

**T.C.
MİLLÎ EĞİTİM BAKANLIĞI**

ELEKTRİK ELEKTRONİK TEKNOLOJİSİ

KOLEKTÖRLÜ MOTOR ELEKTRİKİ ARIZA TESPİTİ 522EE0048

Ankara, 2011

-
- Bu modül, mesleki ve teknik eğitim okul/kurumlarında uygulanan Çerçeve Öğretim Programlarında yer alan yeterlikleri kazandırmaya yönelik olarak öğrencilere rehberlik etmek amacıyla hazırlanmış bireysel öğrenme materyalidir.
 - Millî Eğitim Bakanlığınca ücretsiz olarak verilmiştir.
 - **PARA İLE SATILMAZ.**

İÇİNDEKİLER

AÇIKLAMALAR	iii
GİRİŞ	1
ÖĞRENME FAALİYETİ-1	3
1. FIRÇALAR	3
1.1. Fırçalar	3
1.1.1. Çeşitleri.....	4
1.1.2. Yapıları	4
1.1.3. Görevleri.....	5
1.2. Yağ ve Tozların Fırçalar Üzerindeki Olumsuz Etkileri	6
1.3. Fırça Tutucular.....	7
1.3.1. Görevleri.....	7
1.3.2. Yapıları	8
1.4. Fırça Yayısı ve Baskı Oranları	8
1.5. Fırça Takma Yöntemleri	9
UYGULAMA FAALİYETİ	11
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	12
ÖĞRENME FAALİYETİ-2	13
2. KOLEKTÖR	13
2.1. Kolektör	13
2.1.1. Görevleri.....	14
2.1.2. Yapıları.....	14
2.1.3. Çeşitleri.....	15
2.2. Dilimler Arası Yalıtımın Önemi	16
2.3. Dilimler Arasını Temizleme Yöntemleri	16
2.4. Dilimlerin Aynı Hizada Olma Nedenleri	17
2.5. Dilimleri Hizalama Yöntemleri	18
2.6. Kolektörün Motor İçindeki Yeri	19
2.6.1. Ekseni	20
2.6.2. Çapı.....	20
2.6.3. Boyu.....	20
2.7. Kolektör Sökme Yöntemleri	20
2.8. Kolektör Takma Yöntemleri	21
2.9. Kolektör Lehimleme Yöntemleri	22
UYGULAMA FAALİYETİ	24
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	26
ÖĞRENME FAALİYETİ-3	27
3. ENDÜKTÖR	27
3.1. Doğru Akım Makinelerinin Çalışma Prensibi.....	27
3.1.1. Endükleme Olayı	28
3.1.2. Sağ El Kuralı	29
3.1.3. Manyetik Alan İçinde Kalan İletkenin Durumu	29
3.1.4. Sol El Kuralı	30
3.2. Doğru Akım Makinelerinin Yapısı	31
3.3. Endüktör Bobini	31
3.3.1. Tanımı.....	31
3.3.2. Yapısı.....	31

3.4. Endüktör Bobini Kopuk Kontrol Yöntemleri	32
3.5. Endüktör Bobini Kaçak Kontrol Yöntemleri	32
3.6. Endüktör Bobini Kısa Devre Kontrol Yöntemleri	33
UYGULAMA FAALİYETİ	34
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	35
ÖĞRENME FAALİYETİ-4	36
4. ENDÜVİ.....	36
4.1. Endüvi	36
4.1.1. Yapısı.....	37
4.1.2. Görevi	37
4.1.3. Çeşitleri.....	37
4.1.4. Bağlantı Şekilleri	38
4.2. Kumpasla Uzunluk Ölçme	38
4.3. Growler Cihazı.....	39
4.3.1. Çalışması	39
4.3.2. Yapısı.....	39
4.4. Growler Cihazının Kullanım Yöntemleri.....	40
4.4.1. Kopukluk Kontrol Yöntemleri.....	40
4.4.2. Kısa Devre Kontrol Yöntemleri.....	40
4.4.3. Gövdeye Kaçak Kontrol Yöntemleri	40
4.5. Endüvi Sarım Şekilleri	41
4.5.1. Paralel Sarım.....	41
4.5.2. Seri Sarım	42
4.6. Endüvi Sarım Tipleri.....	42
4.6.1. Klasik Tip	42
4.6.2. V Tipi.....	42
4.6.3. H Tipi.....	43
4.6.4. Yıldız Tip.....	43
4.6.5. Sepet (Çift Yıldız) Tip	44
4.6.6. Mekik Tip	44
4.7. Bobinlerin Kolektör Dilimlerine Yerleşme Şekilleri	45
4.8. Kolektör Adımını Belirleme Yöntemi	46
4.9. Oyuk Eksenini Belirleme	46
4.10. Sarım Şekilleri	47
4.10.1. İlerleyen Adım	47
4.10.2. Gerileyen Adım	47
4.11. Fırça Ekseni Durumları	48
4.12. Komitasyon Etkileri	49
4.13. Komitasyonu Giderme Yöntemleri	50
UYGULAMA FAALİYETİ	53
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	55
MODÜL DEĞERLENDİRME	56
CEVAP ANAHTARLARI	57
KAYNAKÇA	59

AÇIKLAMALAR

KOD	522EE0048
ALAN	Elektrik Elektronik Teknolojisi
DAL/MESLEK	Bobinajcılık
MODÜLÜN ADI	Kolektörlü Motor Elektrik Arıza Tespiti
MODÜLÜN TANIMI	Kolektörlü motor elektriksel arıza tespiti ile ilgili temel bilgi ve becerilerin kazandırıldığı öğrenme materyalidir.
SÜRE	40/32
ÖN KOŞUL	
YETERLİK	Kolektörlü motorun elektrik bakımını yapmak
MODÜLÜN AMACI	Genel Amaç Gerekli ekipman ve donanımlı atölye ortamı sağlandığında kolektörlü motorun elektriksel bakımını yapabileceksiniz. Amaçlar <ol style="list-style-type: none">1. Fırçaların bakımını yapabileceksiniz.2. Kolektörün bakımını yapabilecek ve kolektörü değiştirebileceksiniz.3. Endüktör kontrolünü ve bakımını yapabileceksiniz.4. Endüvinin kontrolünü yapabilecek ve sarım tipini belirleyebileceksiniz.
EĞİTİM ÖĞRETİM ORTAMLARI VE DONANIMLARI	Ortam: Atölye ortamı Donanım: Kolektörlü motor, avometre, growler cihazı, kompresör, lehim makinesi, lehim teli, lehim pastası, çekirtme, kumpas, pense, kargaburnu, anahtar takımı, tornavida takımı, zımpara, maket bıçağı, plastik çekiç, metal çekiç, tahta takoz
ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME	Modül içinde yer alan her öğrenme faaliyetinden sonra verilen ölçme araçları ile kendinizi değerlendireceksiniz. Öğretmen modül sonunda ölçme aracı (çoktan seçmeli test, doğru-yanlış testi, boşluk doldurma, eşleştirme vb.) kullanarak modül uygulamaları ile kazandığınız bilgi ve becerileri ölçerek sizi değerlendirecektir.

GİRİŞ

Sevgili Öğrenci,

Günümüzde, elektrik-elektronik teknolojisinin baş döndüren bir hızla ilerlemesine ve elektrik motorları şekil olarak değişmesine rağmen çalışma prensibi bakımından değişmemiş ve temel yapısını korumuştur. Elektrik enerjisini mekanik enerjiye çeviren bu cihazlar hayatımızın birçok alanında bizim hizmetimizdedir.

Elektrik motorlarının içinde kolektörlü motorların kullanım alanları oldukça geniştir. Bu motorlar devir kontrollerinin kolay yapılabilmesi ve yüksek devirlerin elde edilebilir olması nedeniyle birçok alanda kullanılmaktadır.

Kolektörlü motorlar, evlerimizde elektrikli süpürge, çamaşır makinesi, mutfak robotu gibi sanayide ise otomobillerin marş sistemlerinde, elektrikli trenlerin hareket sistemlerinde ve daha sayamadığımız birçok alanda kullanılmaktadır.

Gelecekte de kolektörlü motorların önemi, bugünkünden az olmayacaktır. Teknolojinin gelişmesiyle birlikte hayatımızı kolaylaştıracak yeni cihazlar tasarlanacak ve bu cihazların hareket sistemlerinde bu motorlar yer almaya devam edecektir.

Bu modül sonunda edineceğiniz bilgi ve beceriler ile kolektörlü motorun elektriksel arıza tespitini yapacak ve onarıma yönelik çözümler üretebileceksiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-1

AMAÇ

Uygun atölye ortamı sağlandığında kolektörlü bir motorun arızalı fırçalarını söküp tekniğe uygun olarak yenisi ile değiştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

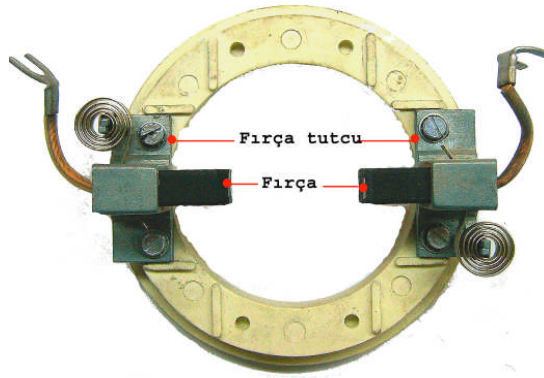
- Kolektörlü motorlarda kullanılan fırça çeşitlerini araştırınız.
- Kolektörlü motorlarda fırçaların görevlerini araştırınız.

Araştırma işlemleri için internet ortamını, bu konuda yayımlanmış olan firma kataloglarını ve Millî Eğitim Bakanlığı ders kitaplarından Elektrik Makineleri Cilt-I'in konu ile ilgili bölümlerini incelemeniz gerekmektedir. Ayrıca bu motorların tamir ve bakım işlemlerini yapan kişilerden ön bilgi ediniz.

1. FIRÇALAR

1.1. Fırçalar

Fırçalar, kolektörlü motorların dönen kısmındaki sargılara elektrik akımını elverişli bir şekilde iletmek için kullanılan, karbon veya karbon-bakır alaşımından özel şekiller verilerek imal edilmiş iletken malzemelerdir. Yuvalarına yerleşmiş fırçalar Resim 1.1'de görülmektedir.



Resim 1.1: Fırça tutucu üzerinde fırçalar

1.1.1. Çeşitleri

Fırçalar kullanılacakları motorun gücüne, devir sayısına ve kullanılış amaçlarına cevap verecek şekilde üretilir.

Fırça çeşitleri:

- Yumuşak karbon fırçalar
- Orta sert karbon fırçalar
- Sert karbon fırçalar
- Karbon bakır alaşımlı fırçalar
- Bakır fırçalar

1.1.2. Yapıları

Fırçalar şekil yönünden çeşitli tip ve boyutta imal edilir. Bunlar fırçanın basacağı kolektörün çapına, dilim genişliğine, dilim uzunluğuna ve dilimlerden kaç adedine birden basacağına bağlı olarak değişir.

Farklı işlerde kullanılan kolektörlü motorlar, çektikleri akım, devir ve çalışma gerilimleri yönünden farklı karakteristik özelliklere sahiptir. Bu sebeple motorlarda kullanılan fırçalar, yaptıkları maddenin özellikleri bakımından da birbirlerinden ayrılır. Düşük gerilimli bir makinede kullanılan fırçanın, fırça yuvaları uyuşsa dahi, yüksek gerilimli makinede kullanılması başlarda motorun verimsiz çalışmasına ve devamında arızalanarak devre dışı kalmasına sebep olur.

Yumuşak karbon fırçalar, yüksek oranda karbon içerir, yapı olarak kolay aşınır, bu nedenle fırça yüzeyine sert ve sivri cisimlerle temas etmek fırçanın yüzey düzgünlüğünün bozulmasına, dolayısıyla çalışma esnasında ark oluşturmasına sebep olur.

Sert ve orta sert karbon fırçalar, karbona farklı ısıl işlemlerle sertlik kazandırılmasıyla imal edilir. Bu fırçalar yumuşak karbon fırçalara göre daha kırılğan yapıdadır. Sert bir cisimle teması fırçayı çizmek yerine, yüzeyinden parça kopmasına veya çatlamasına sebep olur.

Karbon bakır alaşımlı fırçalar, bakırın içine belirli oranda karbon katılarak alaşım hâline getirilmesiyle imal edilmiştir. Karbonun sertliği aşınmaya, bakırın yumuşaklığı kırılmaya karşı dayanıklılığı artırdığı gibi ayrıca bakırın iyi iletken olma özelliği vardır.

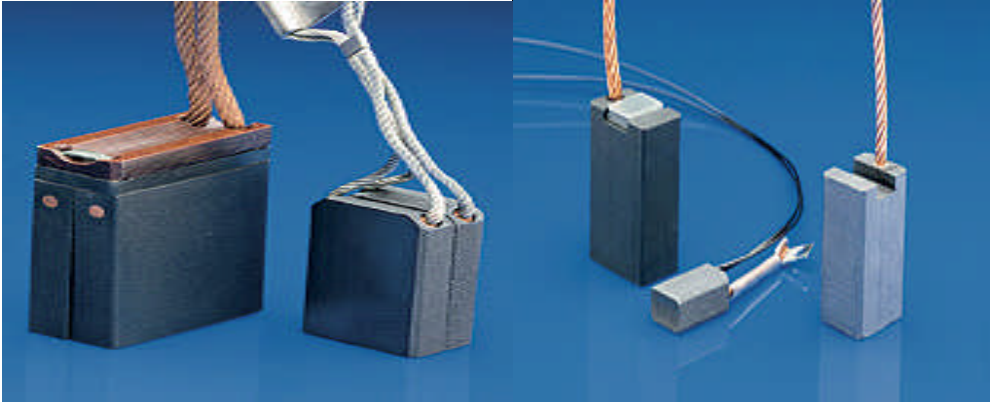
Bakır fırçalar karbon fırçalara göre daha yumuşak yapıdadır. Aynı akım değeri açısından kullanılacak olursa karbon fırçalara göre boyutları daha küçük olur.

1.1.3. Görevleri

İmal edilmiş bütün fırçaların görevi, kolektör dilimleriyle dış devre temasını sağlamaktır. Bu olay sürtünme şeklinde olacağından her motor için farklı özelliklere sahip motora elektrik ve mekanik açıdan en uyumlu fırçanın seçimi gündeme gelmiştir. Fırça çeşitlerinin birbirinden farklı özellikleri olduğunu öğrendik.

1.1.3.1. Karbon Fırçalar

Bu tip fırçalar 100 voltun üzerindeki gerilimlerde çalışan motorlarda kullanılır. İletkenlikleri bakır ve bakır alaşımlı fırçalara göre daha kötüdür yani kolektöre teması direnç oluşturur. Bu sebeple fırça yüzeyleri daha çok ısınır. Kolektöre emniyetle aktaracakları akımın değeri 8-10 Amper/cm² dolayındadır. Motorların kolektörlerinde arksız bir komitasyon elde etmek için bu fırçalar idealdir. Resim 1.2’de karbon fırçalar görülmektedir.



Resim 1.2: Karbon fırçalar

1.1.3.2. Karbon Bakır Alaşımlı Fırçalar

Düşük gerilimde çalışan makinelerde kullanılır. Araçların marş motorlarında, düşük doğru gerilim üreten dinamolarda ve yük altında kalkınan yüksek akımlı motorlarda kullanılır. Kolektöre emniyetle aktaracakları akımın değeri 20-25 Amper/cm² dolayındadır.

Bakırın iyi kalitede iletken olması, bu fırçaların çalışma esnasında fazla ısınmasına engel olurken kolektör yüzeyinde komitasyondan oluşan arkı artırıcı etkisi vardır.



Resim 1.3: Çeşitli karbon alaşımli fırçalar

1.1.3.3. Bakır Fırçalar

Düşük gerilim ve yüksek akımlı makinelerde kullanılır. Özellikle kaplama sanayisinde kullanılan dinamo ve motorlarda, büyük güçlü dizel ünitelerin ilk hareket sistem motorlarında, marinalarda ve yatlarda kullanılan vinç motorlarında kullanılır. Kolektöre emniyetle aktaracakları akımın değeri 30-35 Amper/cm² dolayındadır.

Bakır fırçalar komitasyon açısından iyi bir tercih değildir. Ama yüksek akım taşıma kapasiteleri ve fırça üzerinde gerilim düşümünün çok az olması kullanılış sebebidir.

1.2. Yağ ve Tozların Fırçalar Üzerindeki Olumsuz Etkileri

Tozlu ortamlarda çalışan makineler üzerinde bulunan fırçalar, makinenin soğutma pervanesinin etkisiyle ortamdaki tozun yoğun temasına maruz kalır. Bu tozlar havadaki neminde etkisiyle fırça üzerinde birikir.

Özellikle dikey konumda çalışan makinelerin rulmanlarında bulunan yağ ısısının da etkisiyle yağ keçelerinden sızarak fırçalar üzerine akabilir. Bu durumda yağ, toz ile birleşerek kalın tabakalar oluşturur. Müdahale edilmediği takdirde fırça yuvaları, gittikçe katılaşıp bu maddeyle dolarak fırça yaylarının görevini yapmasına engel olur.

Fırçalar üzerinde biriken yağ ve tozlar, fırça ile kolektör arasında direnç oluşturarak akım geçişini zorlaştırır. Ayrıca fırça üzerinde yalıtım etkisi nedeniyle oluşan ısının atılmasını engelleyerek aşırı ısınmalara sebep olur.

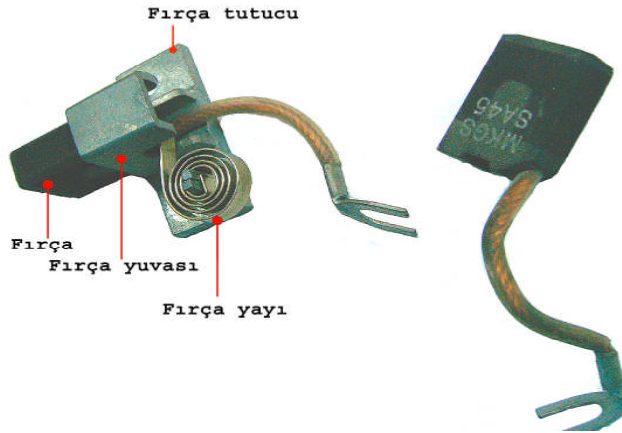
Kolektörlü makinelerin fırçalarının bakımı ve değiştirilmesi sırasında fırçalara yağlı el ile dokunmamalısınız. Ayrıca fırça tutucularını, yuvalarını ve yaylarını yağlamak gibi bir yanılaşa düşmemelisiniz. Fırça ve fırça yuvaları mümkünse basınçlı hava ile temizlenmelidir. Resim 1.4, 1.5 ve 1.6'da çeşitli ortamlarda çalışmış fırçalar görülmektedir.



Resim 1.4: Normal aşınma Resim 1.5: Tozlu ortamın etkisi Resim 1.6: Yağlı ortamın etkisi

1.3. Fırça Tutucular

Fırçaların kolektör üzerinde konumlarını sabitleyen genellikle metalden yapılan yuvalardır. Küçük güçlü makinelerde fiber veya sert plastikten yapılanları da kullanılabilir. Resim 1.7’de fırça ve fırça tutucu görülmektedir.



Resim 1.7: Fırça tutucu ve fırça

1.3.1. Görevleri

Fırça tutucuların görevi, fırçanın sağlıklı bir şekilde kolektörle temasını sağlamaktır. Fırçalar aşınıp kıaldıkça bu teması aynı kalitede devam ettirecek düzeneğe sahiptir.

Fırça tutucuların görevlerini iyi bir şekilde sürdürebilmesi için öncelikle iyi sabitlenmiş olmaları gerekir. Çok küçük makinelerde fırça yuvaları kapak üzerine monte edilirken büyük makinelerde ise fırça tutucular üzerine yalıtılmış olarak monte edilir. Makineler çalışırken sürekli toza ve kire maruz kalan fırça tutucuların sık sık basınçlı hava ile temizlenmesi gerekir.

1.3.2. Yapıları

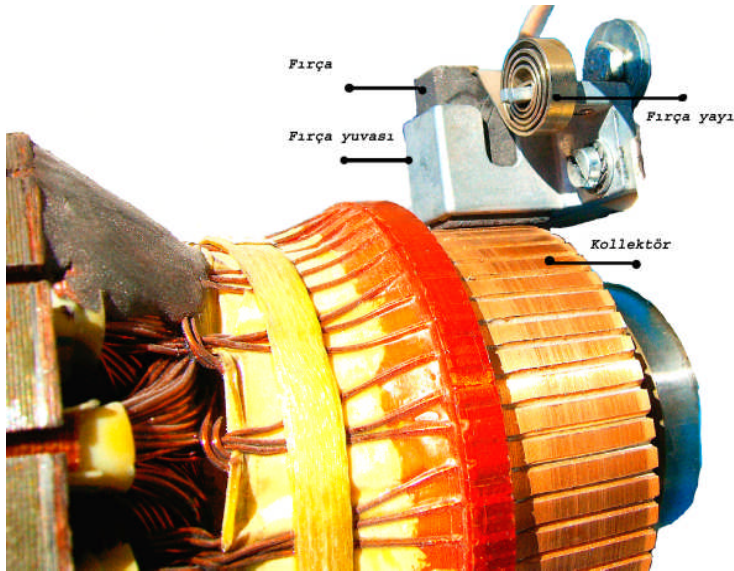
Fırça tutucuları temel olarak fırça yuvası, yaylı baskı ve bunların monte edildiği gövdeden oluşur. Fırça yuvası sac veya dökümden yapılmış olup yalıtılarak fırça tutucusuna sabitlenmiştir. Yaylı baskı ise fırçanın fırça yuvasında kalmasını ve aşındıkça kolektör dilimlerine aynı baskıyı yapacak şekilde ilerlemesini sağlar.

1.4. Fırça Yayı ve Baskı Oranları

Fırça yayları öncelikle fırçanın kolektörle temasını sağlar. Zamanla aşınan fırçanın fırça yuvası içinde ilerleyerek kolektör dilimlerinden temasını kesmemesini sağlar. Resim 1.8'de fırça yayının fırçayı kolektöre baskılaması görülmektedir.

Fırça yaylarının iyi kalite metalden yapılmış olması gerekir. Bu yaylar hem fırça yuvaları içinde fiziksel baskıya maruz kalır hem de fırçalardan geçen akımın oluşturduğu ısıya maruz kalır. Yayların esneklik ve özelliklerini korumaları, fırçaların fırça yuvaları içindeki konumları ve kolektör dilimlerine temasları açısından son derece önemlidir.

Fırça yaylarının özelliklerini kaybetmesi yani sertleşmesi veya uzama özelliklerinin azalması, fırçanın fırça yuvası içinden itilerek kolektör dilimlerine yaptığı baskının azalmasına ve fırça ile kolektör arasında ark oluşmasına sebep olacaktır. Oluşan arklar fırçanın daha çabuk aşınarak bitmesine yol açacaktır.



Resim 1.8: Fırça, fırça yayı ve kolektör

Fırçalar, kolektöre $150 - 250 \text{ g/cm}^2$ dolayında bir basınçla basar. Bunu sağlamak için baskı şiddetine göre yay sertliği seçilir.

1.5. Fırça Takma Yöntemleri

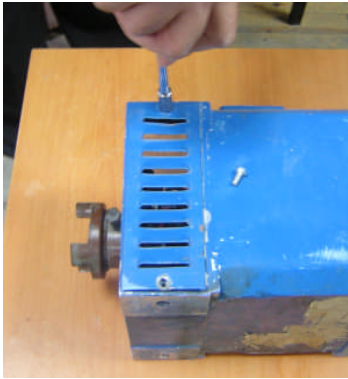
Aşınan veya bozulan fırçaların aynı özellikte yeni bir fırça ile değiştirilmesi gerekir. Mümkünse makinenin fırçalarının hepsinin aynı boyda olmaları sağlanmalıdır.

Bu işlemler yapılırken şu hususlara dikkat edilmelidir:

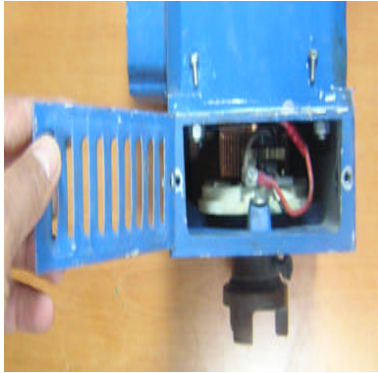
- Enerjinin kesik olduğundan emin olunuz.
- Makine mili tamamen durmadan fırça baskılarını kesinlikle kaldırmayınız. Bu işlem fırçanın yuvadan fırlamasına ve yaralanmanıza sebep olabilir.
- Fırçaları çıkarmak için kolektörle fırça arasına tornavida ve benzeri bir metal sokmayınız. Zira bu yapılan hata kolektör dilimlerinin çizilmesine ve yeni taktığınız fırçanın çabucak aşınmasına neden olur.
- Yeni takılacak fırçalara yağlı elle dokunmayınız. Yağ fırça yüzeyinde yalıtkan bir tabaka oluşturarak kolektöre temas direncinin artmasına ayrıca fırçanın toz tutmasına sebep olur.
- Fırçalar, fırça yuvalarına ne çok bol ne de çok sıkı olarak girmelidir. Bol fırçalar yuvada titreşerek komitasyonu bozucu etki yapar. Sıkı geçen fırçaları ise fırça yayı yuva içinde hareket ettiremez ve aşındıkça kolektörle temasları kesilir.
- Fırçaları yuvalarına oturtmak için kalın zımpara ile aşındırmayınız.

Yukarıda anlatılan hususlara dikkat edilerek öncelikle fırça yaylı baskısı kaldırılmalı ve fırça yuvasına zarar vermeden eski fırça yerinden çıkartılmalıdır. Yeni fırçanın boyutlarının fırça yuvalarına uygunluğu kontrol edildikten sonra sökme işleminin tersini takip ederek takma işlemi gerçekleştirilmelidir.

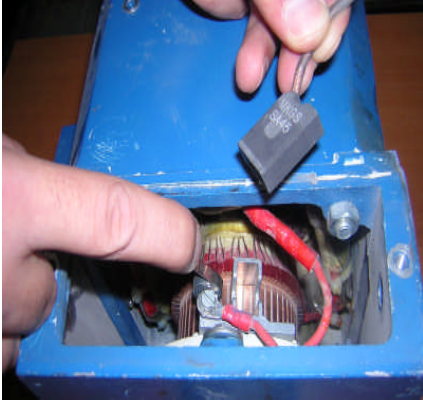
Resim 1.9-1.10-1.11-1.12-1.13-1.14'te fırça takma işlemi sırası ile görülmektedir.



Resim 1.9: Koruyucu kapağın sökülmesi



Resim 1.10: Koruyucu kapağın açılması



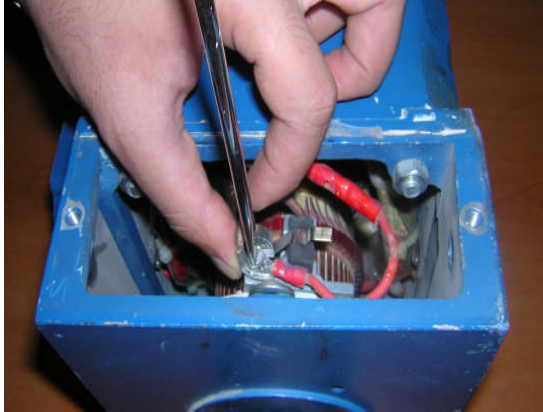
Resim 1.11: Fırça baskı yayının kaldırılması



Resim 1.12: Fırçanın yuvasına takılması



Resim 1.13: Fırçanın yerine oturtulması



Resim 1.14: Fırçanın endüktör sargı ucuna bağlanması

UYGULAMA FAALİYETİ

Kolektörlü motorun fırça bakımını yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Korumucu kapağı sökünüz.➤ Fırçaların bulunduğu kısmı temizleyiniz.➤ Fırça yatağının yerini düzeltiniz.➤ Fırçaları değiştiriniz.➤ Korumucu kapağı takınız.➤	<ul style="list-style-type: none">➤ Korumucu kapağı sökerken ve takarken uygun anahtar takımı kullanınız. Vida ve somunları pense, kargaburnu gibi aletlerle çevirmeyiniz.➤ Torna vidalarının kullanımında el ve parmaklarınızı yaralamamaya dikkat ediniz. İş eldiveni kullanınız.➤ Vidalar için uygun olmayan ve ucu bozulmuş torna vidalar kullanmayınız.➤ Fırçaların bulunduğu kısmı basınçlı hava ile temizleyiniz.➤ Yeni fırçaları yağ ve toza temas ettirmeyiniz.➤ Fırçaların yuvaya tam oturmasını sağlayınız.➤ Fırça yaylarının bükülmemesine dikkat ediniz.➤

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Korumucu kapağı söktünüz mü?		
2. Fırçaların bulunduğu kısmı temizlediniz mi?		
3. Fırça yatağının yerini düzelttiniz mi?		
4. Fırçaları değiştirdiniz mi?		
5. Korumucu kapakları taktınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Fırçalar kolektör dilimleri ile elektriksel iletimi sağlar.
2. () Karbon fırçalar yüksek gerilimli makinelerde kullanılır.
3. () Demir alaşımli fırçalar fırça çeşitlerindedir.
4. () Karbon oranı yüksek fırçalar daha iyi komitasyon sağlar.
5. () Fırçalar üzerinde biriken tozlar saf su ile temizlenmelidir.
6. () Fırça yuvaları fırça tutucuları üzerinde bulunur.
7. () Fırçalar, kolektör yüzeyine $150-250 \text{ g/cm}^2$ dolayında bir baskı yapar.
8. () Fırçalar, yuvalarına yağlanarak takılmalıdır.
9. () Fırçalar, yuvalarına sıkıca oturmalıdır.
10. () Fırçayı yuvasından çıkarırken yuva genişletilmelidir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-2

AMAÇ

Kolektörlü bir motorun kolektör bakımını yapabilecek, arızalı kolektörü söküp tekniğe uygun olarak yenisi ile değiştirebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

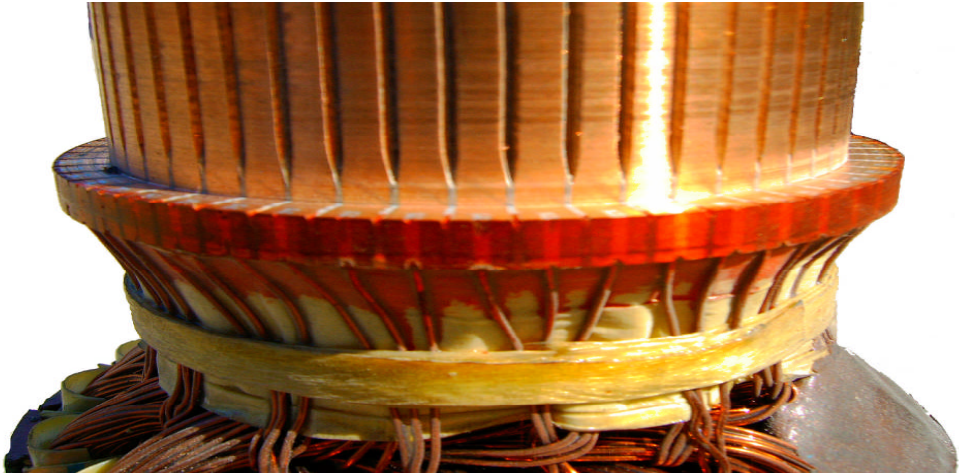
- Kolektörlerin yuvarlak olma nedenlerini araştırınız. Öğrendiğiniz sebepleri arkadaşlarınızla tartışınız.
- Kolektör sökmede kullanılan çektirmeler hakkında bilgi edininiz.

Araştırma işlemleri için internet ortamını ve Millî Eğitim Bakanlığı ders kitaplarından Elektrik Makineleri Cilt-I' in konu ile ilgili bölümlerini incelemeniz gerekmektedir. Ayrıca bu motorların tamir ve bakım işlemlerini yapan kişilerden çektirmelerin çeşitleri ve kullanış yöntemleri hakkında bilgi edinebilirsiniz.

2. KOLEKTÖR

2.1. Kolektör

Endüvi mili üzerinde yer alan ve yalıtımlı bakır dilimlerden oluşan, şekil olarak dairesel ve önemli bir parçadır. Resim 2.1’de sargılara bağlanmış kolektör görülmektedir.



Resim 2.1: Kolektör

2.1.1. Görevleri

Kolektör, hareketli olan endüvi sargılarının ürettikleri gerilimin dış devreye alınmasını veya dış devreden gelen elektrik akımının endüvi sargılarına dağıtılmasını sağlar. Endüvi sargılarından çıkan uçlar kolektör üzerindeki dilimlere tutturulur.

2.1.2. Yapıları

Kolektör dilimleri haddeden geçirilmiş sert bakırdan preslenerek yapılır. Dilimler arasına 0,5-1,5 mm kalınlığında mika veya mikanit yalıtkan yerleştirilir. Dilimler arasına konulan yalıtkanın kalınlığı, komşu dilimler arasındaki gerilimin büyüklüğüne göre ve kolektörün çapına göre değişir.

Dilimler arasına konulan yalıtkanın kolektörle birlikte aşınması yumuşak olması veya kolektör yüzeyinden 1,5 mm kadar derinde olması gerekir.

Kolektör dilimleri mile geçirilmiş demir halka ile iki taraftan sıkıştırılmıştır. Bu işlem küçük kolektörlerde perçinleme şeklinde, büyük kolektörlerde ise cıvata ile yapılır.

Dönen endüvide merkezkaç kuvveti oluşacağından dilimlerin mil üzerine iyi sabitlenmesi gerekir. Aksi takdirde dilimlerin fırlama olasılığı vardır. Bunu sağlamak için dilimlerin milden taraftaki uçları kırlangıçkuyruğu şeklinde yapılır. Endüvi sargılarının uçlarını bağlamak için dilimler üzerinde bayrakçık denilen çıkıntılar veya yarıklar yapılmıştır.

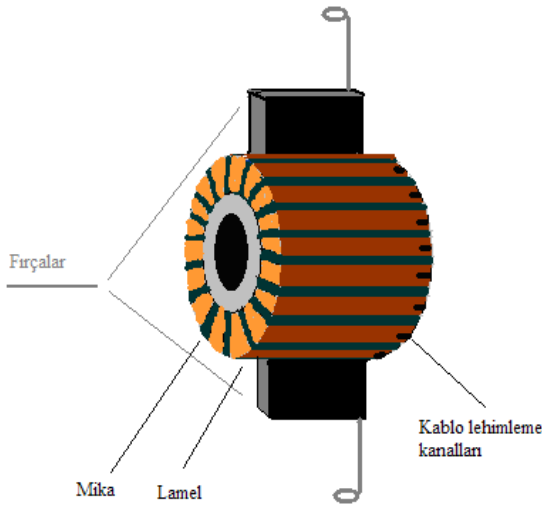
2.1.3. Çeşitleri

Kolektörler temel işlev olarak aynı olsa da yapısal olarak çeşitli büyüklük ve farklı şekilde imal edilir. Endüvinin hangi devir ve güçteki makinede kullanılacağı takılacak kolektörü de belirler.

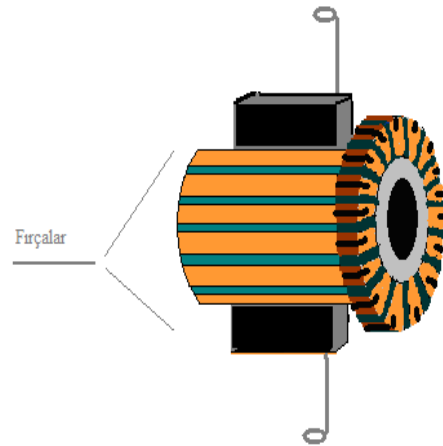
Şekil 2.1’de görülen kolektörler, küçük güçlü, yüksek devirli makinelerin endüvisinde tercih edilir. Endüvi sargılarının ucu dilimler üzerine açılmış kanallara yerleştirilir.

Şekil 2.2’de görülen kolektörler, orta güçteki makinelerin endüvisinde tercih edilirler. Endüvi sargılarının ucu bayrakçıklara tutturulur.

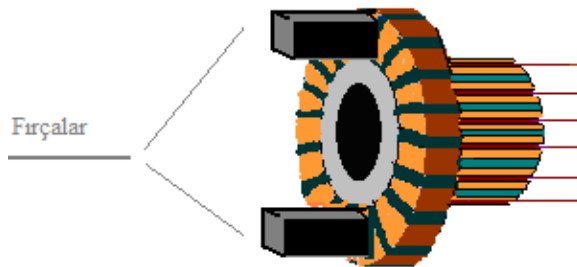
Şekil 2.3’te görülen kolektörler, düşük gerilim ve yüksek akımlı makinelerin endüvisinde tercih edilir. Bu kolektörlerde fırçalar, yanal yüzeye basarak çalışır. Endüvi sargılarının uçları yanal yüzeyin arka tarafına tutturulmuştur.



Şekil 2.1: Kolektör



Şekil 2.2: Kolektör



Şekil 2.3: Kolektör

2.2. Dilimler Arası Yalıtımın Önemi

Kolektörler, birbirinden yalıtılmış ve dairesel bir şekilde belirli bir çap etrafında toplanmış bakır dilimlerden oluşur. Bu yalıtılmış dilimler kolektörün temel özelliğini oluşturur. Bu dilimlere, endüvi bobinlerinin uçları bağlıdır. Çalışma esnasında kolektör dilimleri arasında bir gerilim farkı vardır. Bu gerilimin komşu dilimlerden yalıtılması gerekir. Aksi takdirde kolektörlü makinenin çalışma prensibini oluşturacak şartlar sağlanamaz.

Kolektör dilimleri arasına 0,5-1,5 mm kalınlığında mika veya mikanit konularak yapılır. Bu yalıtkanların görevlerini sürdürebilmeleri için dilimler arasına giren fırça tozlarının sık sık temizlenmesi gerekir.

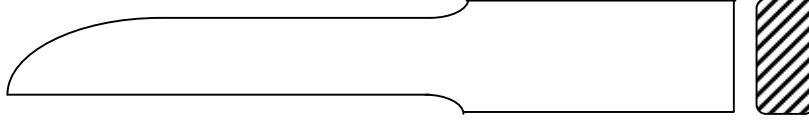


Resim 2.2: Kolektör dilimi ve arasındaki mika

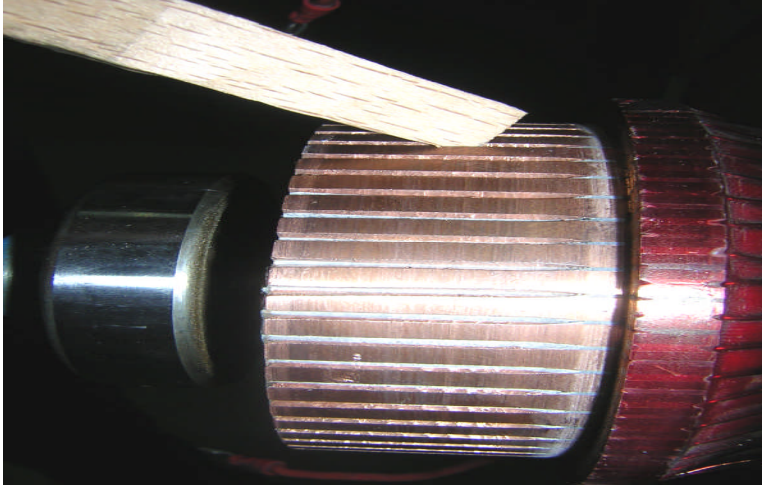
2.3. Dilimler Arasını Temizleme Yöntemleri

Kolektör dilimleri arasındaki yalıtkanın yüzeyden aşağıda olması fırça tozlarının bu yarıklara birikmesine sebep olmaktadır. Biriken bu iletken tozlar, zamanla katılarak dilimler arasında iletkenlik sağlayıp akım geçişine yol açmaktadır. Bu olay hem makinenin performansını düşürmekte hem de dilimler arasındaki mikanin ısınarak karbonlaşıp yalıtkanlığını kaybetmesine neden olmaktadır. Bu bakımdan dilimler arasını temizlemek bakım işlemlerinde önemli bir yer tutmaktadır.

Dilimler arasını temizlerken dilimlere ve arasındaki yalıtkanına zarar vermeyecek şekilde plastik veya tahta aparatlar kullanılmalıdır. Dilimler arası, derinlemesine zorlanmamalı ve aradaki yalıtkan kazınmamalıdır. Dilimler arasına aralıktan daha geniş bir çubuk sokulması, kolektör diliminin yerinden oynamasına ve kolektör yuvarlaklığının kaybolmasına yol açabilir.



Şekil 2.4: Kolektör dilimleri arası temizleme bıçağı



Resim 2.3: Kolektör dilimi ve arasını temizleme işlemi

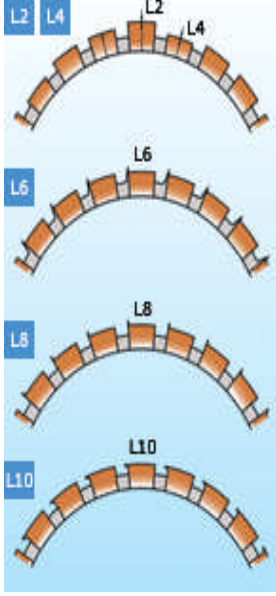
2.4. Dilimlerin Aynı Hizada Olma Nedenleri

Kolektör yüzeyinin üzerine yerleştiği mil merkezine olan uzaklığı, kolektörün yarıçapını verir. Bir dairenin çevresini oluşturan çizgisel hattın merkeze olan uzaklığı (yarıçap) bütün hat boyunca aynı olmalıdır ki tam bir daire olsun. Kolektörlerin de tam bir yuvarlak olması istenir. Fırçaların fırça yuvası içinde ileri geri titreşim yapmaması için bu, çok önemli bir unsurdur.

Dilimlerin aynı hizada olmaması kolektörün yuvarlaklığını bozar. Bu durum fırçanın atlamasına dolayısıyla kolektör yüzeyinde halka şeklinde arka neden olur. Ayrıca fırçalar, vınlama şeklinde ses çıkararak çalışır.

Yeni veya revizyondan geçmiş kolektör toleransı maks. 0,02 mm'dir. Çalışma şartları ve fırça malzemesine bağlı olarak uzun dalga ovalliği 0,30 mm ve kısa dalga ovalliği 0,15 mm değerlerini geçmiş olan kolektörlerin revizyona tabi tutulmaları gerekir. Komşu lameller arası geçiş yüksekliği $< 0,002$ mm olmalı ve daireselliği bozan düz hatlar giderilmiş olmalıdır. Mikalı kolektörlerde fırça malzemesinin çok sert olması gerekir bu yüzden de kolektör aşınması fazla olur. Kolektör ve fırça ömrünün uzun olması istendiğinde, mika kesilerek izolasyon kanalı derinleştirilir ve daha yumuşak bir fırça malzemesi kullanılabilir. Normal bir ekonomik ömür için izolasyon kanalının oluk olması şarttır.

Aşağıdaki resimlerde aynı hizada olmayan dilimlerin fırça yüzeyinde meydana getirdiği tahribat açıkça görülmektedir.



Lamel 2 yüksek, lamel 4 düşük

Lamel 6 kenarında yüksek mika (Kolektör yüzeyine taşmış.)

Lamel 8'de dikey çıkıntı

Lamel 10'da yatay çapak

Şekil 2.5: Kolektör yüzeyi arızaları



Resim 2.4: Kolektör yüzeyi arızalarının fırçalar üzerindeki olumsuz etkileri

2.5. Dilimleri Hizalama Yöntemleri

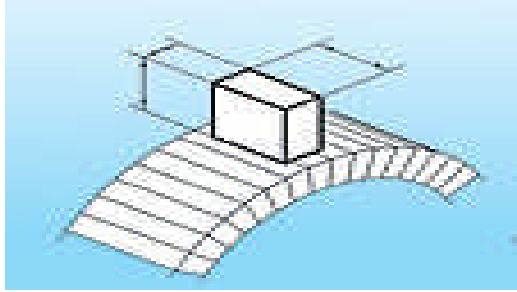
Kolektörlü makinelerde fırça ömrünün uzun olması ve iyi bir komitasyon sağlamak için,

- Kolektör salgısız ve tam dairesel olmalıdır.
- Lameller düzgün ve çıkıntısız olmalıdır.
- Kolektör üzerinde ezik ve oluklar bulunmamalıdır.

- Kolektör izolasyon kanalları simetrik açılmış ve kenarlarda pah kırılmış (kenarlar yuvarlatılmış) olmalıdır.
- Kolektör yüzey pürüzü çok hafif olmalıdır.

Büyük çaplı kolektörlerde dilimler mil üzerine tek tek cıvata ile monte edilmiştir. Arızalı dilimin yenisi ile değiştirilmesi durumunda yeni dilim aşınmamış olacağından kolektörün hassas bir tornalama işleminden geçmesi gerekir. Bakım ve montaj sırasında dilimlerin bazılarının cıvatalarının fazlaca sıkılması, hizalamada bozukluğa neden olabilir. Bu gibi işlemlerden sonra kolektör dilimlerinin yüzeylerinin mil eksenine olan uzaklığının hassas bir şekilde ayarlanması gerekir.

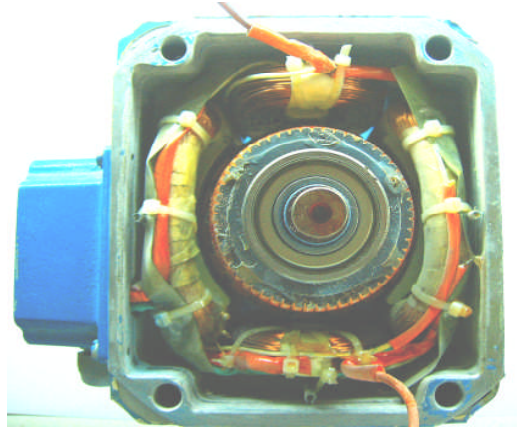
Dilimlerin hizalama işlemlerinde özellikle tornada aşındırma işlemi yapılırken dilimler arası yalıtkanlara zarar verilmemelidir.



Şekil 2.6: Kolektörün yuvarlaklığı

2.6. Kolektörün Motor İçindeki Yeri

Kolektörler endüvi mili üzerine monte edilmiştir. Endüvi sargılarının uçları, kolektör dilimlerine lehimli olduğundan mil üzerinde oynamayacak şekilde sıkı geçirilmiş olmalıdır. Resim 2.5'te endüvi üzerine kolektörün motor içindeki konumu yer almaktadır.



Resim 2.5: Kolektörün duruşu

2.6.1. Ekseni

Kolektör, endüvi mili üzerine dairesel merkezi mil merkezine çakışacak şekilde monte edilmiştir yani mil ekseninden tüm kolektör dilim yüzeyleri eşit uzaklıktadır.

2.6.2. Çapı

Kolektörün çapı, dilim yüzeylerinin genişliğine ve dilim sayısına bağlı olarak değişir. Makinenin gücüyle de birebir ilişkisi vardır.

2.6.3. Boyu

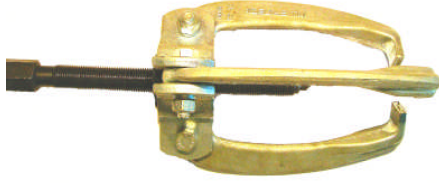
Kolektörün boyunu belirleyen unsur, dilim uzunluklarının ne kadar olması gerektiğine bağlıdır. Aynı dilime birden çok fırçanın bastığı kolektörlerin boyu da uzun olur.

2.7. Kolektör Sökme Yöntemleri

Kolektörler aşındıklarında veya arızalandıklarında endüvi mili üzerinden sökülerek tormalanmaları, torna payları kalmadı ise yenisi ile değiştirilmeleri gerekir. Büyük boyutlu kolektörler dilimler hâlinde sökülürken küçük boyutlu olanlar çektirmelerle tek parça olarak sökülür. Sökme işlemi yapılırken işlem sırasına uyulması ve endüvi sargılarının zarar görmemesi gerekir. Resim 2.6'da çektirme, Resim 2.7'de ise çektirme ile kolektörün sökülmesi görülmektedir.

Kolektör sökülürken

- Endüvi, kolektörü yukarı gelecek şekilde sabitlenmelidir.
- Kolektör dilimleri üzerine lehimli olan endüvi sargı uçları tek tek zarar verilmeden sökülmelidir. Bobin uçları kısaltılmamalıdır.
- Bobin uçlarının tamamı söküldükten sonra geriye doğru bükülmeli, kolektörle teması kesilmelidir.
- Kolektör çektirme ile sökülecek ise çektirme ayakları bayrakçıklara zarar vermeyecek şekilde yerleştirilmelidir.
- Kolektörün yerinden oynamasına müsaade ederek çektirme yavaşça sıkılmalıdır.
- Kolektör sökülmezse tormalama işlemi ile mil üzerinden yok edilmelidir.



Resim 2.6: Çektirme



Resim 2.7: Kolektörün çektilme ile sökölüşü

2.8. Kolektör Takma Yöntemleri

Bakımı yapılan kolektörleri tekrar eski yerlerine oturmak veya yeni bir kolektörü sökölünen yerine takma işi birtakım sıralı işlemlere dayanır. Resim 2.8 ve 2.9'da kolektörün takılacağı mil ve kolektör görölmektedir.

Fabrikalarda kolektör mile pres altında geçirilmektedir. Bu işlem kolektörün mil üzerinde tam eksenli olarak durmasını sağlamak açısından en geçerli işlemdir. Bizim bu işlemi atölye ortamında yapabilmemiz için,

- Endüvi mili kolektör takılacak tarafı yukarıya gelecek şekilde sabitlenmelidir.
- Mil yüzeyi kolektörün oturacağı kısımdan dikey aşındırmalarla çizilmiştir. Bu işlem kolektörün sıkı oturması için yapılmıştır. Bu çizgileri yok edecek şekilde zımpara işlemi veya tornalama yapılmamalıdır.
- Kolektör mile yavaşça bırakılıp dengeli bir şekilde her yanından aynı teması uygulayacak şekilde baskılanmalıdır. Bu işlem için boru şeklinde bir araç kullanılabilir.
- Takma işlemi fazla sert darbelerle yapılmamalıdır. Çünkü bu durumda, kolektör gövdesi şişerek yuvarlaklığını kaybeder.
- Kolektör gereğinden fazla çakılmamalıdır. Kolektörün mil üzerinde fazla ileriye gitmesi, endüvi sargılarına temasına ve fırçaların yanlış yerde durmasına yol açar.



Resim 2.8: Endüvi mili



Resim 2.9: Kolektör

2.9. Kolektör Lehimleme Yöntemleri

Endüvi oluklarına sarılan bobin uçlarının kolektör dilimlerine iyi temas etmesi ve yerinden çıkmaması için lehimleme yapılır. İyi bir lehimleme yapabilmek için,

- Endüvi sehpa üzerine kolektörü bize dönük ve biraz aşağıda olacak şekilde yerleştirilmelidir.
- Bobin uçları, emayeleri soyulmuş şekilde kolektör yarıklarına yatırılır veya bayrakçıklara yerleştirilir. Bu işlem esnasında lehimlenecek yüzeylerin kirlenip yağlanmamasına dikkat edilmelidir.
- Kolektör dilimlerinin büyüklüğüne göre hava gücü seçilmelidir. Havyanın gücünün düşük olması soğuk lehim yapılmasına neden olur.
- Lehimleme işleminden önce hava ucu temizlenerek iyice ısıtılmalıdır.
- Lehimlenecek yüzeye bir miktar pasta sürülmelidir. Bu işlem lehimin yüzeye iyi yayılmasını sağlar.
- Önce hava lehimlenecek yere tutulup bir miktar ısıtılmalıdır. Sonra lehim teli hava ile yüzeye aynı anda dokunacak şekilde tutulmalı ve bir miktar eridikten sonra çekilmelidir.
- Hava, eriyen lehim iyice yayıldıktan sonra dik olarak çekilmelidir.

Bütün bu işlemler yapılırken lehimin eriyerek kolektör dilimlerinde kısa devre oluşturmamasına özen gösterilmelidir. Dilimlerin fazla ısıtılması şişmelerine sebep olur ve yüzey düzgünlüğünün bozulmasına yol açabilir.

UYGULAMA FAALİYETİ

Kolektör muayenesini yaparak dilimler arasını temizleme işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Koruyucu kapakları açınız.➤ Kolektör dilim sayısını tespit ediniz.➤ Kolektör dilimleri arasında kısa devre kontrolünü yapınız.➤ Dilimlerin arasını temizleyiniz.➤ Kolektör dilimlerinin hizalarını kontrol ediniz.➤ Kolektörün dilimlerinin hizalarını düzeltiniz.➤ Kolektörün endüvi oluk eksenine durumunu kaydediniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Koruyucu kapağı sökerken ve takarken uygun anahtar takımı kullanınız. Vida ve somunları pense, kargaburnu gibi aletlerle çevirmeyiniz.➤ Tornavidaların kullanımında el ve parmaklarınızı yaralamamaya dikkat ediniz. İş eldiveni kullanınız.➤ Dilimlerin arasını temizlerken dilimlere zarar vermeyiniz.➤

UYGULAMA FAALİYETİ

Kolektörü sökme ve yenisi ile değiştirme işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Lehimleri sökünüz.➤ Kolektörü sökünüz.➤ Kolektör sökülüyor ise tornada kolektörü yok ettiriniz.➤ Yeni kolektörü mile geçiriniz.➤ Lehimleri yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Koruyucu kapağı sökerken ve takarken uygun anahtar takımı kullanınız. Vida ve somunları pense, kargaburnu gibi aletlerle çevirmeyiniz.➤ Tornavidaların kullanımında el ve parmaklarınızı yaralamamaya dikkat ediniz. İş eldiveni kullanınız.➤ Dilimlerin arasını temizlerken dilimlere zarar vermeyiniz.➤ Lehimlemeye geçmeden havyanın yeterince ısındığından emin olunuz.➤ Lehimleme işlerinde, lehimin dilimler arasına akarak kısa devreye yol açmamasına dikkat ediniz.➤ Kolektörü sökerken dilimlere zarar vermemeye dikkat ediniz.➤ Kolektörü takarken direkt olarak kolektör yüzeyine metal çekiçle vurmuyunuz.➤

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Koruyucu kapakları açtınız mı?		
2.	Kolektör dilim sayısını tespit ettiniz mi?		
3.	Kolektör dilimleri arası kısa devre kontrolünü yaptınız mı?		
4.	Dilimlerin arasını temizlediniz mi?		
5.	Kolektör dilimlerinin hizasını kontrol ettiniz mi?		
6.	Kolektörün dilimlerin hizalarını düzelttiniz mi?		
7.	Kolektörün endüvi oluk eksenine durumunu kaydettiniz mi?		
8.	Lehimleri söktünüz mü?		
9.	Kolektörü söktünüz mü?		
10.	Kolektör sökülüyorsa tornada kolektörü yok ettirdiniz mi?		
11.	Yeni kolektörü mile geçirdiniz mi?		
12.	Lehimleri yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız, öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıda verilen cümlelerde boş bırakılan yerlere doğru sözcükleri yazınız.

1. () Kolektör fırçalardan aldığı elektrik akımını endüvi sargılarına iletir.
2. () Kolektör dilimleri aynı hizada olmazsa fırçalar ark yapar.
3. () Kolektör yüzeyini karbon tozlarından arındırmak için kazımalıyız.
4. () Kolektöre lehimli olan endüvi sargı uçlarını, kolektörü söktükten sonra çıkarmalıyız.
5. () Çektirme, kolektörü endüvi milinden sökmeye yarayan bir alettir.
6. () Kolektör dilimleri arasında yalıtkan olarak presbant kullanılır.
7. () Büyük ebatlı kolektörlerin dilimleri mil üzerine tek tek monte edilmiştir.
8. () Bütün kolektör dilimlerinin mil ile elektrik teması vardır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-3

AMAÇ

Kolektörlü bir motorun endüktör kontrolünü ve bakımını yapabilecek, arızalı endüktörü söküp tekniğe uygun olarak arızasını giderebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Avometre ile direnç ölçüm konusunu araştırınız.
- Bu konuda, avometreleri kullanan kişilerden elektrik ölçü aletleri ile ilgili bölüm kitaplarından bilgi edininiz.

3. ENDÜKTÖR

3.1. Doğru Akım Makinelerinin Çalışma Prensibi

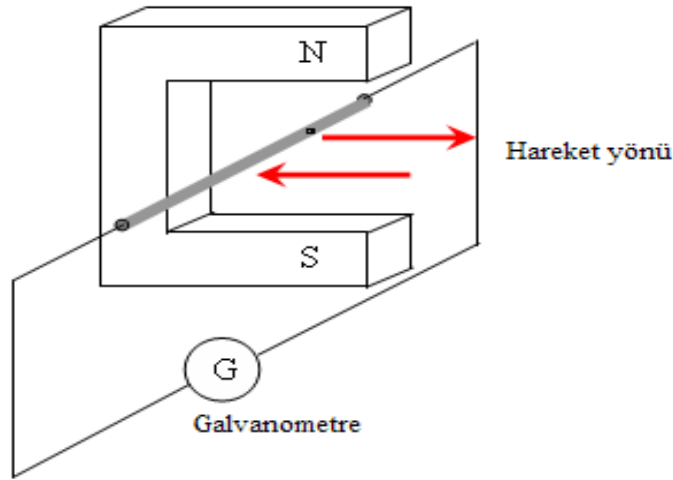
Doğru akım makinelerinin çalışma prensibini ilk kez 1822 yılında Faraday ortaya koymuştur. Faraday, Oersted'in çalışmalarından yola çıkarak içinden akım geçen bir iletkenin manyetik alan dışına itildiğini bulmuştur. Bu buluştan yola çıkan Barlow elektrik enerjisini mekanik enerjiye dönüştüren ilk makineyi yapmıştır. Resim 3.1'de Barlow tekerleği görülmektedir.



Resim 3.1: Barlow tekerleği

3.1.1. Endükleme Olayı

Sabit bir manyetik alan içinde, bir iletken kuvvet çizgilerini kesecek şekilde hareket ettirilirse iletken uçlarında bir gerilim oluşur. Oluşan bu gerilimin değeri; iletkenin boyuna, manyetik alan içindeki hareket hızına, manyetik alanın yoğunluğuna ve iletkenin manyetik alan kuvvet çizgileriyle olan hareket açısına bağlı olarak değişir. Bu olay doğru akım dinamlarının temel çalışma prensibini oluşturur.



Şekil 3.1: İletkende indüklenen emk

N-S mıknatıs kutupları arasına tek bir iletken yerine iki ucu yalıtılmış tek sarımlı bir bobin koyar ve uçlarını iki bileziğe bağlarsak bobini döndürdüğümüzde üzerinde indüklenen gerilimi bileziklere degen fırçalar yardımıyla dış devreye alabiliriz. Eğer fırçalar arasına bir lamba bağlarsak lambadan bir akım geçtiği ve lambanın yandığı görülür. Burada lambadan geçen akım, yönü ve şiddeti zamana göre değişen dalgalı akımdır. Dönen bobinde indüklenen bu AC fırça ve kolektör yardımı ile dış devreye doğrultulmuş olarak alınır.

Endüvide indüklenen akımın yönü sağ el kuralı ile bulunur. Endüvide indüklenen gerilimin değeri ise bir iletkende indüklenen gerilim değerini veren formül yardımı ile bulunur.

$$E = \phi \cdot 2p \cdot \frac{n \cdot Z \cdot 10^{-8}}{60 \cdot 2a} \text{ (volt) olarak bulunur.}$$

Burada:

- | | | |
|------|----------------------------------|-------------|
| E : | Endüvide indüklenen gerilim | (volt) |
| f : | Bir kutbun toplam manyetik alanı | (Maxwell) |
| 2P : | Kutup sayısı | |
| n : | Devir sayısı (d / dk.) | |

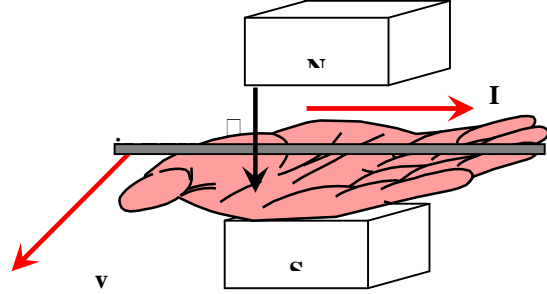
Z :	Endüvi deki toplam iletken sayısı
2a :	Paralel kol sayısı
60 :	Devir sayısını saniye cinsine çeviren katsayı
10^{-8} :	Sonucun volt olarak çıkmasını sağlayan katsayı

3.1.2. Sağ El Kuralı

Manyetik alan içerisinde hareket ettirilen iletkende indüklenen akımın yönünü bulmak için kullanılır.

Sağ el kuvvet çizgileri avuç içinden girip elin dışından çıkacak şekilde N-S mıknatıs kutupları arasına sokulduğunda (avuç içi N kutbuna bakmalı) açık ve gergin duran başparmak iletkenin hareket yönünü gösterirse bitişik duran dört parmak da iletkende indüklenen gerilimin veya indükleme akımının yönünü gösterir.

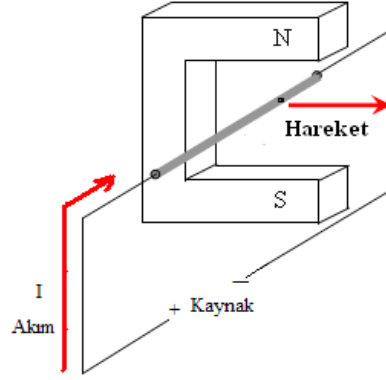
- v: Manyetik alan içindeki iletkenin hareket yönü
- I: Manyetik alan içindeki iletkende endüklenen akımın yönü
- ϕ : Manyetik alan çizgilerinin yönü



Şekil 3.2: Sağ el kuralı

3.1.3. Manyetik Alan İçinde Kalan İletkenin Durumu

Manyetik alan içindeki bir iletkenin akım geçirilirse iletkenin akımın yönüne bağlı olarak alan dışına itilir veya alanı meydana getiren kutupların arasına doğru çekilir. Manyetik alan içindeki bir iletkenin hareket yönü sol el kuralı ile bulunur. İletkenin hareket hızı, iletkenin geçen akımın şiddetine ve iletkenin içinde bulunduğu manyetik alanın yoğunluğu ile doğru orantılıdır. Bu olay doğru akım motorlarının temel çalışma prensibini oluşturur.

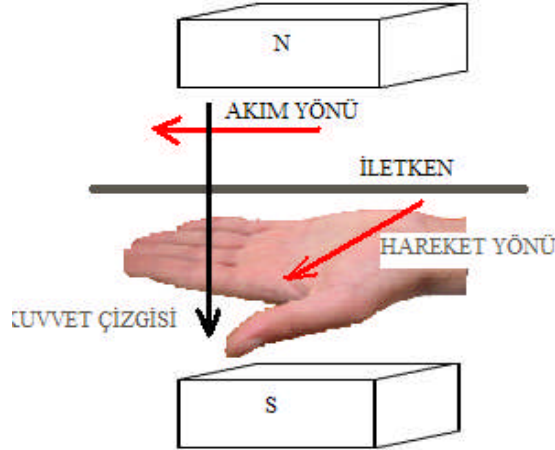


Şekil 3.3: İçinden akım geçirilen bir iletkenin manyetik alan içindeki durumu

3.1.4. Sol El Kuralı

Manyetik alan içerisinde içinden akım geçirilen bir iletkenin alan dışına itilme yönünü bulmak için kullanılır.

Sol el dört parmak birleştirilmiş ve başparmak açılmış olarak avuç içi N kutbuna bakacak şekilde tutulursa dört parmak, iletkenin içinden geçen akımın yönünü gösterecek pozisyonda iken başparmak, iletkenin hareket yönünü gösterir.



Şekil 3.4: Sol el kuralı

3.2. Doğru Akım Makinelerinin Yapısı

Doğru akım makineleri temel olarak dört ana parçadan meydana gelmiştir. Bunlar:

- Endüktör
- Endüvi
- Kolektör ve fırçalar
- Yataklar ve kapaklar şeklinde sıralanabilir.

3.3. Endüktör Bobini

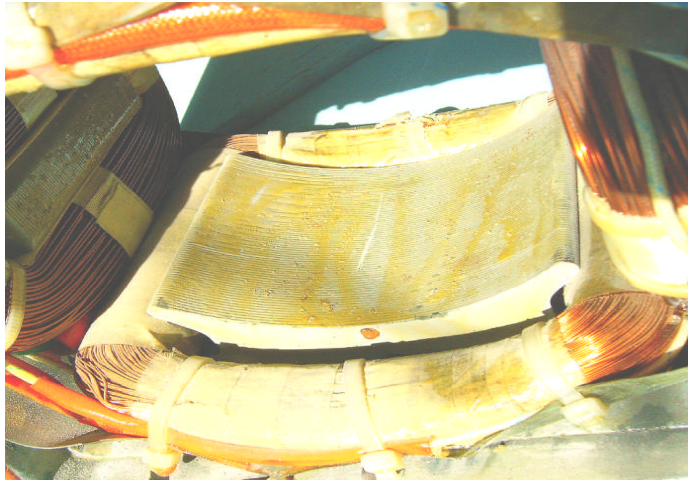
3.3.1. Tanımı

Doğru akım makinelerinde manyetik alanın meydana geldiği kutuplara endüktör denir. Endüktörün kelime anlamı, endükleyici yani gerilim oluşturunucudur. Endüktör, makinenin kutup sayısına göre iki veya katları şeklinde olabilir. Endüktörlerin etrafına sarılarak manyetik alanı oluşturan sargılara da endüktör bobini veya kutup sargıları denir.

3.3.2. Yapısı

Endüktör küçük güçlü doğru akım makinelerinde tek parça demirden, büyük güçlü makinelerde ise 0,60-1,40 mm sacların paketlenmesinden meydana gelmiştir. Kutuplar veya kutup ayakları da denilen bu sac bölümünün endüviye bakan yüzleri daha geniş olarak yapılmıştır. Endüktör sargıları kutup ayaklarının dar bölümünde bulunur. Bu sargılar kutup ayaklarından yalıtılmıştır. Resim 3.2'nin alt bölümünde endüktör sargıları rahatça görülüyor.

Günümüz doğru akım makinelerinin hemen tümünde, ana endüktörler arasında kutup sayısınca yardımcı endüktörler ve bunların bobinleri bulunur. Yardımcı endüktörler makineye manyetik alan üretmekten çok komitasyonu kolaylaştırmak için konur.



Resim 3.2: Endüktör ve sargısının görünüşü

3.4. Endüktör Bobini Kopuk Kontrol Yöntemleri

Endüktör bobinleri, doğru akım makinelerinin en az arızalanan kısmıdır. Kopukluk sarım sırasında bobinin fazla çekilmesi, lehimleme sırasında izolenin iyi soyulmaması, montaj sırasında kutup ayakları arasında ezilme, endüviyi yerleştirme sırasında sürtünme veya dışarıdan darbe ile meydana gelmiş olabilir.

Kopukluğu bulmak için avometre veya seri lamba kullanılır. Seri lambanın kullanımı daha basit ve görseldir. Fakat avometre ile bu işlemi gerçekleştirmek daha tehlikesizdir.

Kopukluk şu şekilde bulunur:

- Kutupların ara geçiş bağlantılarının yalıtkanlarını kaldırınız.
- Kontrol edilecek endüktör bobinlerinin giriş ve çıkış uçlarına dokundurunuz.
- Bobin sağlam ise seri lamba yanacaktır, değilse yanmayacaktır.
- Bu işlemi sırasıyla diğer endüktör bobinlerine uygulayınız.



Resim 3.3: Endüktör sargısı sağlam



Resim 3.4: Endüktör sargısı kopuk

3.5. Endüktör Bobini Kaçak Kontrol Yöntemleri

Kaçak, endüktör sargılarının yalıtkanlarının zarar görmesi veya özelliğini yitirmesi sonunda, iletkenlerin makinenin metal gövdesine dokunmasıdır. Kaçak, montaj sırasında kutup ayakları arasında bobinin yalıtkanının ezilmesi, endüviyi yerleştirme sırasında izolenin zarar görmesi veya dışarıdan darbe ile meydana gelmiş olabilir.

Kaçığı bulmakta seri lambalar, avometrelere göre daha iyi sonuç verir. Yüksek gerilimli makinelerde kaçak, bozulan izoleden atlama şeklinde olabilir. Bunu avometreyle tespit etmek imkânsızdır. Bu durumlarda kaçak kontrolü, makinenin çalışma gerilimine yakın gerilimli bir seri lamba ile yapılmalıdır. Bu işlem sırasında dikkatli olunmalıdır.

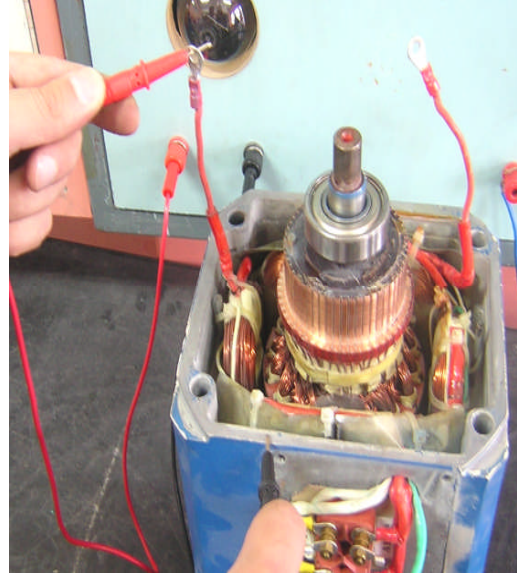
Kaçığı bulmak için

- Kutupların ara geçiş bağlantılarının yalıtkanlarını kaldırıp bağlantıları çözünüz.
- Seri lambanın bir ucunu kontrol edilecek endüktör bobininin bir ucuna, diğer ucunu makinenin gövdesinin metal bölümüne dokundurunuz.
- Lamba yanmıyorsa kaçak yok demektir.
- Lamba yanıyorsa kaçak mevcuttur.

Bu işlem her bir endüktör bobini için tekrarlanmalıdır.



Resim 3.5: Endüktör sargısından gövdeye kaçak var



Resim 3.6: Gövdeye kaçak yok

3.6. Endüktör Bobini Kısa Devre Kontrol Yöntemleri

Kısa devre, bobin iletkenlerinin yalıtkanlarının soyulup birbirine temas ederek akımın kısa yoldan devresini tamamlamasıdır. Kısa devre, iletkenlerin birbirine temasıyla olabileceği gibi bobinin en az iki yerden gövdeye temasıyla da meydana gelebilir. Kısa devre kontrolünü avometre ile yaparken bobin dirençlerinin karşılaştırılması yoluna gidilir. Kısa devrenin olduğu bobinin direnci sağlam bobine göre daha düşük ölçülür. En sağlıklı kısa devre kontrol yöntemi bobinlere enerji uygulayarak üzerine düşen gerilimlerin karşılaştırılması ile yapılır.

Kısa devreyi tespit etmek için

- Kutupların ara geçiş bağlantılarının yalıtkanlarını kaldırınız.
- Makineye, normal çalışma geriliminin yarısı kadar gerilim uygulayınız.
- Bir voltmetre ile kutup bobinleri üzerindeki gerilimleri ölçünüz.

Kısa devre bulunan bobin üzerinden ölçülen gerilim, sağlam bobin üzerinden ölçülen gerilime göre daha düşük çıkacaktır.

UYGULAMA FAALİYETİ

Endüktör bobininin muayene işlemini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Kutup sargı uçlarını sökünüz.➤ Sargıların kopukluk kontrolünü yapınız.➤ Gövdeye kaçak kontrolünü yapınız.➤ Bobinde kısa devre tespitini yapınız.	<ul style="list-style-type: none">➤ Kutup sargılarının uçlarını açarken bobine zarar vermeyecek şekilde hassas davranınız.➤ Avometrelerde kullanılan pil, ölçümü yapılan bobinde şok gerilimi oluşturabilir. Bu esnada paniklemeyiniz.➤ Seri lambanın uçlarına dokunmayınız.➤ Kısa devre kontrolünde, bobine gerilim uygulandığında kutuplara metal cisim yaklaştırmayınız. Bu işlem cismin kutup içine hızla çekilerek sargılara saplanmasına sebep olabilir.➤ Gerilim altındaki endüktör sargıları içine endüviyi sokmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri	Evet	Hayır
1. Korumucu kapakları açtınız mı?		
2. Endüktör uçlarını söktünüz mü?		
3. Kopuk kontrolü yaptınız mı?		
4. Kaçak kontrolü yaptınız mı?		
5. Kısa devre kontrolü yaptınız mı?		
6. Lehimleri yaptınız mı?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme” ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Doğru akım motorlarının çalışma prensibi, manyetik alan içinde bulunan bir iletken akım geçerse iletken alan dışına itilir, tanımına dayanır.
2. () Doğru akım dinamlarının çalışma prensibi, manyetik alan içinde bulunan bir iletken hareket ettirilirse iletken bir gerilim endüklenir tanımına dayanır.
3. () Manyetik alan içinde bulunan bir iletken akım geçerse iletkenin hareket yönü sağ el kuralı ile bulunur.
4. () Manyetik alan içinde bulunan bir iletken akım geçerse iletken, alan dışına itilir. Bu itilme hızı, iletkenin içinden geçen akımın şiddetine de bağlıdır.
5. () Manyetik alan içinde hareket ettirilen iletken endüklenen gerilimin miktarı, iletkenin hareket hızına da bağlıdır.
6. () Endüktör bobininin kontrolünde bobin uçlarından ölçüm yapıldığında kopukluk varsa avometre sonsuz direnç gösterir.
7. () Endüktör bobininden gövdeye kaçak var ise bobin uçları arasında seri lamba yanmaz.
8. () Bobin sarımlarının birbirine teması yanında, iki ayrı yerden gövdeye teması da kısa devreyi meydana getirebilir.
9. () Endüktör bobinlerinin birinin kısa devre olması durumunda bobinler üzerinde farklı gerilimler ölçülür.
10. () Kısa devre olan bobin üzerinden sağlam olana göre daha fazla gerilim ölçülür.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki öğrenme faaliyetine geçiniz.

ÖĞRENME FAALİYETİ-4

AMAÇ

Kolektörlü bir motorun endüvisinin kontrolünü yapabilecek, sarım tipini belirleyebileceksiniz.

ARAŞTIRMA

- Growler cihazının ne amaçla kullanıldığını araştırınız.
- Endüvi sarım tiplerinin neler olduğunu araştırınız.

Endüvi sarım tipleri konusunda araştırma işlemleri için Millî Eğitim Bakanlığı ders kitaplarından Elektrik Makineleri Cilt-I'in konu ile ilgili bölümlerini inceleyiniz. Growler cihazı konusunda bu motorların tamir ve bakım işlemlerini yapan iş yerlerinde cihazı görebilir, bu cihazları kullananlardan bilgi alabilirsiniz.

4. ENDÜVİ

4.1. Endüvi

Dönen bölümdeki sargıları taşıyan oluklu kısma endüvi denir. Resim 4.1'de sarılmış bir endüvi görülmektedir.



Resim 4.1: Endüvi

4.1.1. Yapısı

Kalınlığı 0,30-0,70 mm arasında değişen silisli saclardan yapılır. Endüvinin ölçülerine göre çeşitli ebatlarda presle kesilerek endüvi mili üzerine olukları hizasınca dizilir.

Küçük güçlü makinelerde endüvi sacları halka şeklinde tek parça olarak kesilir ve direkt olarak endüvi mili üzerine geçirilir. Büyük güçlü makinelerde ise mil üzerine endüvi yıldızı denilen döküm parça geçirilir. Endüvi yıldızı üzerine çelik dökümden yapılmış, üzerine boşluklar ve havalandırma kanalları açılmış göbek kısmı eklenir. Göbek üzerine, parçalı saclardan yapılmış olan endüvi saclarının yerleştirilmesi için kırılmaçkuyruğu şeklinde kanallar açılmıştır. Endüvi sacları, oluklar oluşturacak şekilde bu kanallara parçalı olarak yerleştirilir.

Büyük güçlü makinelerin endüvileri üzerine enine ve boyuna soğutma kanalları açılmıştır. Endüvinin boy uzunluğuna göre her 70 mm'de bir 10 mm boşluk bırakılarak parçalara ayrılır.

Endüvi sacları üzerinde sargıların yerleşmeleri için oluklar oluşturulmuştur. Bu olukların şekil ve sayıları makinenin devir sayısına, büyüklüğüne, sarım tipine ve şekline göre değişir. Küçük makinelerde oluklar yuvarlak veya oval yapılır. Büyük makinelerde ise tam açık oluklar kullanılır. Oluklar presbant veya mikanit ile yalıtılır.

4.1.2. Görevi

Endüvinin temel görevi, oluklarına sarılı olan iletkenlere ev sahipliği yapmaktır. Bu sebeple bu iletkenlerin oluşturduğu sargıya endüvi sargısı denilmektedir. Endüvi saclarının manyetik geçirgenliği yüksek olduğundan oluklarında bulunan sargıların meydana getirdiği mıknatıslanma etkisini, kutup mıknatıslanma etkisiyle buluşturarak kuvvetin güçlü bir şekilde doğmasını sağlamaktadır. Temel görevini yerine getirmesindeki asıl sebep budur.

Doğru akım motorlarında kullanılan endüvi ile doğru akım dinamlarında kullanılan endüviler aynı yapı ve özelliktedir. Endüviler, dinamlarda gerilimin indüklendiği endüvi sargılarına kutup manyetik alanını ulaştırırken motorlarda ise endüvi sargılarının oluşturduğu manyetik alanın mıknatıslama etkisini, kutup mıknatıslanma etkisiyle buluşturarak kuvvetin güçlü bir şekilde doğmasını sağlar.

4.1.3. Çeşitleri

Endüviler yapıları bakımından ikiye ayrılır:

- Halka endüviler
- Tambur endüviler
 - Tek parça sacdan imal edilmiş küçük güçlü tambur endüviler
 - Çok parça sacdan imal edilmiş büyük güçlü tambur endüviler

Halka endüviler ilk kez Gramme tarafından yapılan doğru akım makinelerinde kullanılmıştır. Bugün kullanılan bütün doğru akım makinelerinin endüvileri tambur endüvi tipindedir.

4.1.4. Bağlantı Şekilleri

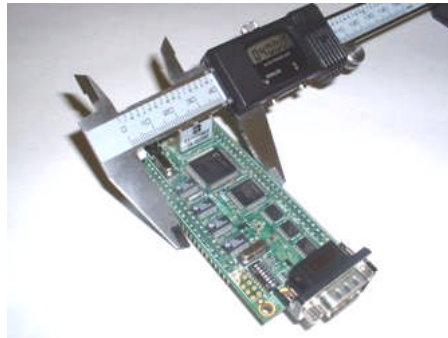
Endüvi sacları, küçük güçlü makinelerde endüvi mili üzerine preslenerek takılır. Büyük güçlü makinelerde ise endüvi yıldızı ve endüvi göbeği üzerine parçalı olarak takılır.

Endüvi kutup sargılarının tam altına gelecek şekilde mili vasıtası ile kapaklar tarafından askıda tutulur. Kutuplar ile arasında çok küçük bir hava aralığı kalır. Hava aralığının fazla olması makinenin verimini düşürür. Çünkü manyetik alanın havadan geçişi oldukça zordur. Bu sebeple bu makinelerde hava aralığı mümkün olduğunca az tutulur. Mil yatağında doğacak küçük bir boşluk, endüvinin kutuplara sürtünmesine sebep olabilir. Bu nedenle endüvi ile kutuplar arasındaki hava aralığını çok azaltmak, makinenin verimini yükseltirken ömrü açısından olumsuz bir etki yaratır. Bu husus göz önünde tutularak hava aralığında belirli bir mesafenin altına inilmez.

4.2. Kumpasla Uzunluk Ölçme

Bu aletle 20 santimetreye kadar derinlik, genişlik ve kalınlık ölçülebilir. Milimetrenin yüzde onu, yüzde beşi ve yüzde ikisi oranında hassas ölçmeler yapılabilir. Bir sabit çenesi bir de hareketli çenesi vardır. Her iki çenede de karşılıklı ölçü ağızları bulunur. Sabit çeneye bağlı bir cetvel ve bu cetvelin bir kenarında inç diğer kenarında milimetre bölüntüleri vardır.

Hareketli çenede de verniye denilen inç ve milimetre ondalık bölüntüleri bulunur. Ayrıca hareketli çeneye bağlı kılıç denilen bir parça vardır ki bununla da çeşitli derinlikler ölçülebilir. Yine hareketli çene üzerinde alınan ölçülerin bozulmaması için kaymayı önleyen tespit vidası veya mandalı bulunur. Alt çene tam kapalı iken cetvelin sıfır çizgisi ile verniyenin sıfır çizgisi çakışmış durumdadır.



Resim 4.2: Kumpas

4.3. Growler Cihazı

Growler cihazı, transformatör prensibine göre çalışan, endüvi sarımı kontrol cihazıdır.

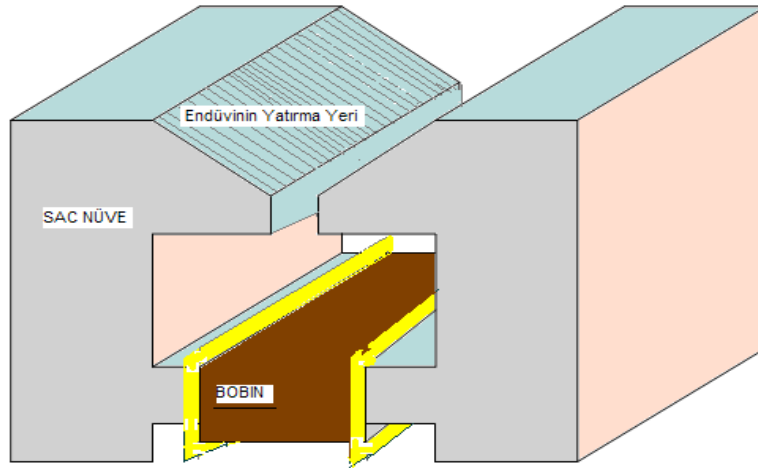
4.3.1. Çalışması

Endüvi sargılarında oluşabilecek kopuk, kısa devre, oluktaki eksik sipir ve bobin uçlarının yanlış kolektör dilimine bağlanması gibi hataları bu cihazla kolayca tespit edebiliriz.

Growler cihazı çalıştığında bobininin oluşturduğu manyetik alan, endüvinin yatırıldığı V şeklindeki üst bölümdeki hava aralığından atlama yoluyla devresini tamamlar. Bu araya endüvi konulduğunda ise havadan atlayan manyetik alan, sargıları keserek endüvi sacları üzerinden devresini tamamlar. Bu esnada sargılarda bir gerilim indüklenir. Bu gerilimin etkilerini ölçerek yukarıda saydığımız tespitlerde bulunabiliriz. Growler cihazı alternatif gerilimle çalışır.

4.3.2. Yapısı

Gövdesi U şeklinde silisli saclardan yapılmış bir nüveden meydana gelmiştir. Nüvenin üst kısmı üzerine endüvi oturacak şekilde V biçiminde kesilmiştir. Nüvenin alt yatay kısmında gövdeden yalıtımlı olarak sarılmış bobin bulunur. Temelde bu sargı transformatörün primer sargısıyla aynıdır. Bobini şebeke geriliminde çalışacak şekilde sarılmıştır. Şekil 4.1’de growler cihazının yapısı görülmektedir.



Şekil 4.1: Growler cihazı

4.4. Growler Cihazının Kullanım Yöntemleri

4.4.1. Kopukluk Kontrol Yöntemleri

Growler cihazının çalışma prensibinin transformatörlerle aynı olduğundan bahsetmiştik. Cihaz üzerine konulan endüvi sargılarında küçük de olsa bir gerilim meydana gelir. Bu gerilim alternatif akım ölçen bir voltmetre ile ölçülebilir. Komşu kolektör dilimleri arasındaki gerilimler sıra ile ölçülür. Voltmetre, dilimler arasında bir gerilim değeri göstermelidir. Gerilimin ölçülmediği dilimler arasına bağlı bobinin kopuk olup olmadığına kısa devre kontrolünü de yaptıktan sonra karar verilir çünkü kısa devre olan sargılarda da gerilim oluşmaz.

4.4.2. Kısa Devre Kontrol Yöntemleri

Endüvi bobinlerinin kısa devre kontrolü için cihaz üzerine endüvi yerleştirilir. Cihaz çalıştırılır. Endüvinin oluklarına paralel gelecek şekilde metal şerit veya demir testere ağzı konulur. Eğer endüvi bobinlerinden biri kısa devre olmuş ise testere bu bobin üzerinde kuvvetli bir şekilde endüvi sacları tarafından çekilir çünkü kısa devre olan bobin kendi üzerinden yüksek akımlar dolaştırarak elektromıknatis etkisi meydana getirir.

Endüvi bobini, kolektör dilimlerinden veya sargı başlarından kısa devre olmuş ise mıknatıslama etkisi daha fazla olurken sargının bir bölümünde oluşmuş ise daha az mıknatıslama etkisi oluşmaktadır. Edinilecek tecrübe ile bunu anlamak mümkündür.

Bütün olukları kontrol ettikten sonra belirli bir çekme olmazsa endüvi bobinlerinde kısa devre olmadığına karar verilir.

4.4.3. Gövdeye Kaçak Kontrol Yöntemleri

Endüvi sargılarının yalıtkanları bozularak gövdeye kaçak yapabilir. Gövdeye kaçaklar seri lamba ile bulunabilir fakat bobinleri kolektör dilimlerine lehimli olan bir endüvide, hangi oluktaki sargılardan gövdeye kaçak olduğunu tespit etmek mümkün değildir. Bu arızanın hangi bobinden kaynaklandığını growler cihazı ile tespit etmek kolaydır.

Bu işlem için endüvi cihaz üzerine yerleştirilir ve cihaz çalıştırılır. Hassas bir alternatif akım voltmetresi ile kolektör dilimleri ile gövde arasında bir gerilim oluşup oluşmadığına bakılır. Kaçak yok ise voltmetre hiç değer göstermez. Kaçak mevcut ise voltmetre dilimle gövde arasında her dilim için farklı gerilimler gösterir. Bu gerilim kaçak olan oluktaki bobine bağlı dilimden uzaklaştıkça artar. Gövde ile arasında en az gerilim ölçülen dilim bulunur. Bu dilime bağlı bobininin yalıtkanları kontrol edilir.

Kaçak yapan bobini ararken gövde ile dilim arasındaki gerilim sıfır değerine kadar düşerse kaçığın kolektör diliminden endüvi miline olma ihtimali büyüktür.

4.5. Endüvi Sarım Şekilleri

Doğru akım makinelerinin yüksek akımlı veya yüksek gerilimli olması istenebilir. Bunu sağlamak için endüvilerin sarım şekilleri önemlidir. Makine yüksek akımlı düşük gerilimli ise paralel endüvi sarımı kullanılırken yüksek gerilim ve düşük akımlı ise seri endüvi sarımı kullanılır. Sarım çeşitleri aşağıda verilmiştir.

4.5.1. Paralel Sarım

Paralel endüvi sarımları, bobin uçlarının yan yana bulunan kolektör dilimlerine bağlandığı endüvi sarımlarıdır. Bu sarım şeklinde makinenin kutup sayısına bağlı olarak paralel kol sayıları meydana gelir. Makinenin dış devre akımı paralel kol sayısı ile doğru orantılıdır. Buna karşılık paralel kol sayısı arttıkça gerilimleri azalır. Bu sarım tipi uygulanan makinelerde kutup sayısı fırça sayısına eşittir. Makinenin kaç kutuplu olduğu dışarıdan fırçaları sayarak da anlaşılabilir.

Paralel sarımlar ikiye ayrılır.

4.5.1.1. Basit Paralel Sarımlar

Endüvi üzerindeki birinci bobinin çıkış ucu, kendisinden sonraki bobinin giriş ucuna birleştirilip yan yana bulunan kolektör dilimlerine bağlanırsa böyle sarımlara basit paralel sarım veya $m+1$ sarımları denir. Bu sarımların paralel kol sayıları kutup sayılarına eşittir ve fırçalar aynı anda tek kolektör dilimine basar.

4.5.1.2. Çoklu Paralel Sarım

Endüvi üzerindeki birinci bobinin çıkışı, “ m ” çokluluk katsayısı kadar atlandıktan sonraki bobinin girişine bağlanıp “ m ” çokluluk katsayısı kadar kolektör dilimi ileride bulunan dilime bağlanırsa böyle sarımlara çoklu paralel sarım veya $m+2, m+3, m+4$ vb. denir. Bu sarımların paralel kol sayıları kutup sayısı ile çokluluk katsayısı yani “ m ” in çarpımıyla bulunur. Bu sargılarda fırçalar, aynı anda çokluluk katsayısı kadar kolektör dilimine basar.

4.5.2. Seri Sarım

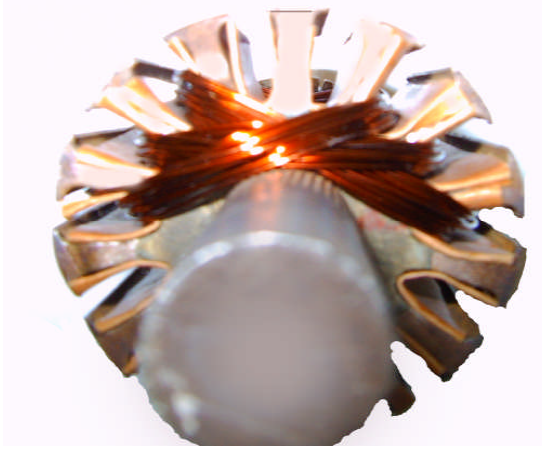
Bir kutup altındaki bobinin çıkış ucunun diğer kutup altındaki bobinin giriş ucuna bağlandığı sarımlardır. Diğer bir deyişle birbiri ile bağlanan iki bobinden birisi bir çift kutup altında ise diğer bobin ondan sonra gelen ikinci çift kutup altındadır. O hâlde seri sarımlar en az dört kutuplu makinelere uygulanır.

Seri sarımlarda bir kutup altında bulunan bobinin çıkışı diğer kutbun tam altındaki bobinin girişine bağlanmaz. Bir bobin ileri veya bir bobin geri bağlantı yapılır. Eğer bu yapılmazsa sarım dört kutuplu ise iki, altı kutuplu ise üç bobin sonra kapanır.

4.6. Endüvi Sarım Tipleri

4.6.1. Klasik Tip

Bobinlerin birbiri ardına oluklara yerleştirildiği sarım tipidir. Birinci bobin sarıldıktan sonra ikinci bobinin giriş tarafı birinci bobinin giriş tarafının yanındaki oluğa, çıkış tarafı ise birinci bobinin çıkış tarafının ilerleme yönüne göre sağına veya soluna sarılmaktadır. Resim 4.3'te klasik tipteki sarımın görünüşü yer almaktadır.



Resim 4.3: Klasik tip sarım

4.6.2. V Tipi

Birinci bobin sarıldıktan sonra ikinci bobinin giriş tarafı, birinci bobinin çıkış tarafının bulunduğu oluktan başlıyorsa bu sarım tipine V tipi sarım denir. Sarım bittikten sonra endüviye mili tarafından bakıldığında son sarılan iki bobinin V harfi şeklinde durduğu görülür.

4.6.3. H Tipi

Birinci bobin hesaplanan oluk adımına (Y_x) göre sarıldıktan sonra ikinci bobin aynı adımla ona paralel oluşturacak şekilde sarılır yani ikinci bobin birincinin simetrisi durumundadır. Üçüncü bobinin giriş kenarı, ikinci bobinin çıkış kenarına yatırılır ve aynı oluk adımında ilerleme yönü de dikkate alınarak devam edilir.

Sarım bittikten sonra endüviye mili tarafından bakıldığında son sarılan iki bobinin H harfi şeklinde durduğu görülür. Resim 4.4'te H tipi sarımda karşılıklı bobinlerin duruşu görülmektedir.

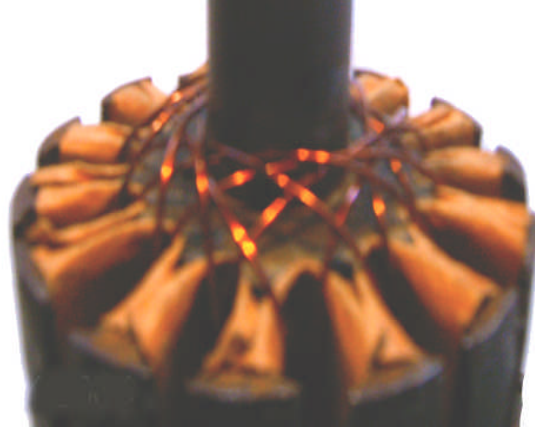


Resim 4.4: H tipi sarım

4.6.4. Yıldız Tip

Bu sarıma başlamadan önce bobin iletkenlerinin tümünün sarım sayılarına göre uzunlukları hesaplanarak kesilip hazırlanması gerekir. Tüm iletkenler kolektör dilimlerindeki yerlerine yerleştirilir ve yerinden oynamayacak şekilde bir iple veya taret beziyle sarılır. İletkenlerin çıkış uçları endüvinin oluklarından geçirilerek kolektör bulunmayan tarafına doğru uzatılır.

Sarıma herhangi bir bobinden başlanabilir. İlk oluğa yatırılan bobinler aynı anda tutularak diğer bobinlerin üzerinden geçirilir ve oluk adımı kadar ilerideki oluktan geçirilerek kolektör tarafına uzatılır. Daha sonra ilk sarılan bobinden bir önceki bobin alınarak işlem tekrarlanır. Tüm bobinler bir tur sarıldıktan sonra ikinci tura başlanır. Resim 4.5'te birer sipiri sarılmış yıldız tip sarımın kolektörsüz taraftan görünüşü yer almaktadır. Bobinler bitene kadar bu işlem tekrarlanır. Böylece tüm bobinler aynı anda sarılmış olur. Sarım işi bittikten sonra bobinlerin çıkışları kolektöre bağlanır.



Resim 4.5: Yıldız tip sarım

4.6.5. Sepet (Çift Yıldız) Tip

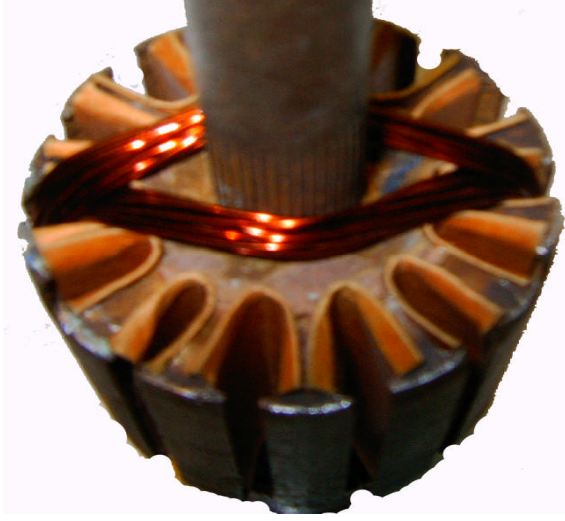
Bu sarım, yıldız tipi sarımın iki yönlü olarak sarılmasından meydana gelir. Bobinlerin uzunluklarına göre hazırlanmış iletkenler kolektör dilimlerindeki yerlerine yerleştirilir ve yerinden oynamayacak şekilde bir iple veya taret beziyle sarılır. İletkenlerin çıkış uçları endüvinin oluklarından geçirilerek kolektör bulunmayan tarafına doğru uzatılır.

Sarıma herhangi bir bobinden başlanabilir. İlk oluğa yatırılan bobinler aynı anda tutularak diğer bobinlerin üzerinden atlanır ve oluk adımı kadar ilerideki oluktan geçirilerek bobinlerin sipir sayısının yarısı sarılır. Geri kalan sipirler ilk sarım yönünün tersine sarılarak sarım bitirilir. Ters yönde sarılan kısmın çıkış kenarı ile ilk sarılan kısmın çıkış kenarları aynı oluğa yerleştirilir. Sarım işi bittikten sonra bobinlerin çıkışları kolektöre bağlanır.

4.6.6. Mekik Tip

Bu sarım tipinde bir oluğa yerleşen bobinlerin uzunluklarının aynı olması sağlanarak balans avantajı sağlanmıştır. Mekik tipi sarım, aynı oluğa yerleşen bobinleri birbiri ardına sararak gerçekleştirilmektedir.

Birinci bobin oluk adımına göre sarıldıktan sonra aynı oluğa yerleşecek olan diğer bobin endüvinin ters tarafından geçecek şekilde yine aynı oluklara sarılmaktadır. Böylece aynı büyüklükteki iki bobin, endüvi milinin iki tarafına sarılmış olur ve endüvi dönüşünde oluşacak merkezkaç kuvveti dengelenir. Resim 4.6'da mekik tip sarıma başlanmış endüvi yer almaktadır. Sarım bittikten sonra endüviye mili tarafından bakıldığında son sarılan iki bobinin mekik şeklinde olduğu görülür.



Resim 4.6: Mekik tip sarım

4.7. Bobinlerin Kolektör Dilimlerine Yerleşme Şekilleri

Sarımı bitirilmiş endüvi bobinlerinin uçlarının iyi bir şekilde kolektör dilimlerine yerleştirilip sıkıştırılması veya lehimlenmesi gerekir. Küçük endüvilerde ve yüksek devirli endüvilerde bobin uçları kolektör dilimlerine lehimlenmeden noktalama işlemi ile tutturulur. Bobin uçlarını kolektör dilimine yatırmadan önce yalıtkanlarını kazıyıp iletken kısımlarını ortaya çıkarmak gerekir. Bunun için sarım yaparken dilimlere yatırdığımız bobin uçları, birbiri ile karıştırılmadan sıra ile kaldırılmalı, yalıtkanı bir bıçak ile kazandıktan sonra tekrar yerine yerleştirilmelidir. Yalıtkanı kazıma işlemini yaparken aşağıdaki hususlara dikkat etmelisiniz:

- Bobin uçlarının yalıtkanını kazımak için kullandığınız bıçağın kayarak bobine zarar vermemesine dikkat ediniz.
- Bobin uçlarının yalıtkanlarını gereğinden daha uzun kazımayınız. Bu hata, bobin uçlarının kolektörle endüvi arasındaki bölümde kısa devre olmasına yol açar.
- Kazıma işlemini abartıp telin çapını inceltmeyiniz.
- Kazıma işlemini kolektör dilimi üzerinde yapmayınız. Bu hata kolektör diliminin çizilerek zarar görmesine sebep olur.
- Bobin uçlarını tek taraflı değil çepçevre kazıyınız.

Bu hususlara dikkat edildikten sonra bobin uçlarını kolektör dilimlerine yerleştirme işleminiz şu şekilde olmalıdır:

- Sarım yapılırken dilimlere yerleştirdiğiniz bobin girişlerini sırayla kazıyıp tekrar yerine koyunuz. Bu işlem sırasında uçların yerlerinin karışmamasına dikkat ediniz.
- Seri lamba ile bobinlerin tek tek çıkışlarını tespit ediniz.
- Çokluluk katsayısını dikkate alarak bobin çıkışlarının kaç kolektör dilimi ileriye veya geriye yatırılacağını tespit ediniz.
- Tespit edilen konuma göre bobin çıkışlarını sırayla yerleştiriniz.
- Dilimlere yatırılan bobin uçları kolektör zımbasıyla dilim yuvalarına sıkı yerleşmesi için hafifçe noktalayınız.

4.8. Kolektör Adımını Belirleme Yöntemi

Kolektör adımı, paralel endüvi sarımlarında, endüvi üzerinde birbiri ile bağlantısı olmayan bobin gurup sayısını belirtir. “Yk” harfleriyle temsil edilir. Bu bağımsız gruplar kolektör dilimlerine basan fırçalar aracılığı ile birbirine paralel bağlanır. Kolektör adımının diğer bir tanımı da bobin giriş ve çıkışı arasındaki mika sayısıdır. “m” çokluluk katsayısı ile “Yk” paralel sarımlarda birbirine eşittir. Çalışan bir paralel sarımlı endüvide kolektör adımı,

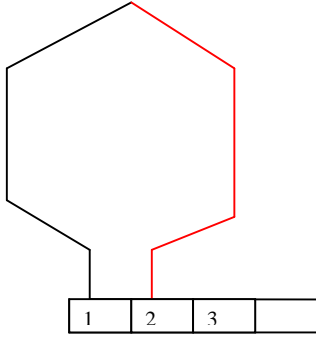
- Fırçaların aynı anda bastığı kolektör dilim sayısından,
- Birbiri ile bağlantısı olmayan kolektör dilimi sayısından,
- Bir bobinin girişi ile çıkışı arasındaki mika sayısından belirlemek mümkündür.

Kolektör adımı makinenin dış devre akımına ve gerilimine göre değişmektedir. Eğer makine yüksek akımlı olarak imal ediliyorsa kolektör adımını fazla tutarak paralel kol sayısı artırılmakta ve daha ince kesitli iletkenlerle sarım yapılabilmektedir. Sarımda bu yola başvurmanın sargılarda akımdan dolayı oluşan ısıyı atmaya yardımcı olacağı kesindir.

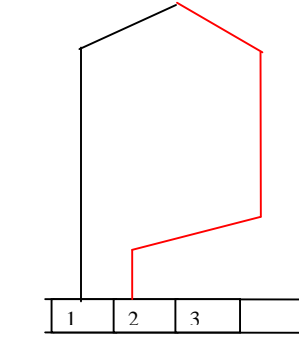
4.9. Oyuk Eksenini Belirleme

Doğru akım makinelerinde fırçalar iki şekilde bağlanır. Bunlar, fırçalar ile kutup ekseninin çakıştığı durum ve fırçaların kutupların arasına hizalandığı durumdur. Bu durum göz önüne alınarak oyuklar içinde bulunan bobinin ekseninin bağlandıkları kolektör dilimlerine olan pozisyonunun tespiti gerekir.

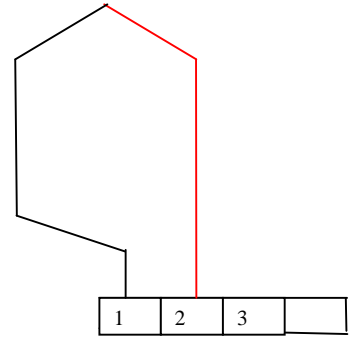
Eğer bobin çıkışları Şekil 4.2’de olduğu gibi bağlanmış ise oyuk eksenini fırça ekseninde demektir. Eğer bobin çıkışları Şekil 4.3 veya Şekil 4.4’te olduğu gibi bağlanmış ise oyuk eksenini fırça ekseninden farklı olarak bobin giriş veya çıkışında demektir.



Şekil 4.2: Kutup eksenli



Şekil 4.3: Giriş nötr eksenli

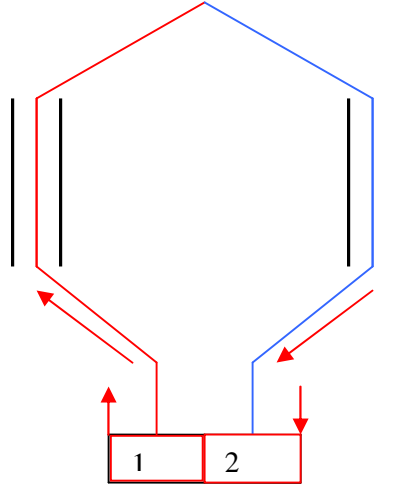


Şekil 4.4: Çıkış nötr eksenli

4.10. Sarım Şekilleri

4.10.1. İlerleyen Adım

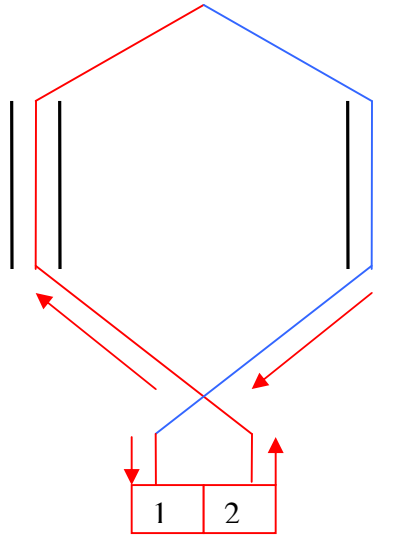
Bobin çıkış ucu, aynı bobinin giriş ucunun yatırıldığı kolektör diliminin sağındaki dilime bağlanırsa bu sarım şekline ilerleyen sarım denir. Bu sarım şeklinde bobin içinden geçen akımın yönü de sağa doğrudur. Şekil 4.5'te ilerleyen sarımın kolektör dilimine bağlantısı görülmektedir.



Şekil 4.5: İlerleyen adımli sarım

4.10.2. Gerileyen Adım

Bobin çıkış ucu, aynı bobinin giriş ucunun yatırıldığı kolektör diliminin solundaki dilime bağlanırsa bu sarım şekline gerileyen sarım denir. Bu sarım şeklinde bobin içinden geçen akımın yönü de sola doğrudur. Şekil 4.6'da gerileyen sarımın kolektör dilimine bağlantısı görülmektedir.

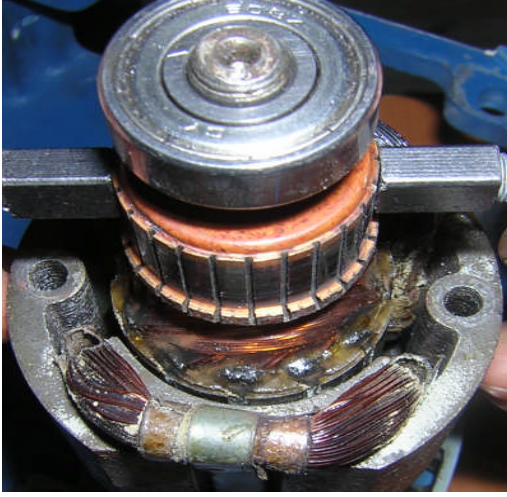


Şekil 4.6: Gerileyen adımlı sarım

4.11. Fırça Ekseni Durumları

Doğru akım makinesinin en verimli biçimde çalışması için dönüş esnasında fırçalar arasında kalan kolektör dilimlerine bağlı bobin guruplarının yalnızca bir kutup altında kalması gerekir.

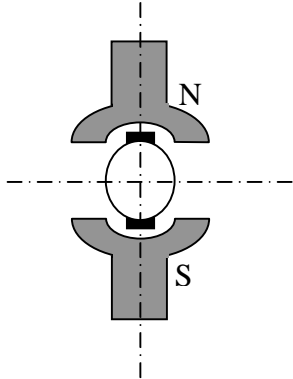
Fırçalar yerleştirilirken endüvi sargılarının kolektör dilimlerine bağlantısına bakılmalıdır. Bağlantı, nötr eksenli veya kutup eksenli olabilir. Nötr eksenli ise fırçalar kutuplar arasına gelecek şekilde hizalanmalıdır. Kutup eksenli ise fırçalar kutupların merkezi hizasına bağlanmalıdır. Bu hizalamalar, komitasyonu kolaylaştırmak için motor veya dinamo oluşuna göre sağa veya sola küçük açılarla kaydırılabilir. Aşağıdaki resim ve şekilleri inceleyerek fırça eksenli durumlarını belirleyebilirsiniz.



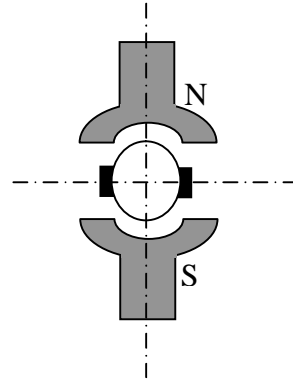
Resim 4.9: Fırça nötr ekseninde



Resim 4.10: Fırça kutup ekseninde



Şekil 4.7: Fırça nötr ekseninde



Şekil 4.8: Fırça kutup ekseninde

4.12. Komitasyon Etkileri

Doğru akım makinelerinde endüvideki bir bobinde akımın fırçalar ve kolektör yardımı ile yön değiştirmesi olayına komitasyon denir.

İçinden akım geçen bir bobinin meydana getirdiği manyetik alandaki değişim, alanı meydana getiren akımın değişmesine engel olacak şekilde bir emk'nin doğmasına neden olur. Dolayısıyla akımı yön değiştiren bobin buna tepki verir. Bu durum fırçada akım yoğunluğunun artmasından dolayı ısınmaya ve şerare meydana gelmesine sebep olur. Meydana gelen bu şerare fırçanın daha kısa sürede aşınmasına ve kolektör dilimlerinin ısınarak bozulmasına yol açar. Resim 4.11 ve 4.12'de komitasyonun fırça ve kolektör üzerindeki etkisini görebilirsiniz.



Resim 4.11: Fırçalara komitasyonun etkisi

Resim 4.12: Kolektöre komitasyon etkisi

4.13. Komitasyonu Giderme Yöntemleri

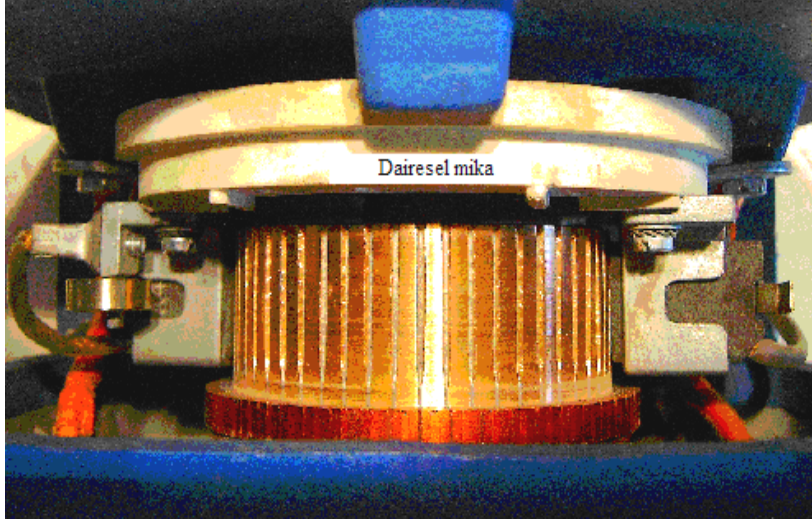
Komitasyonu kolaylaştırıcı çeşitli yöntemler vardır. Bunlar:

- Yüksek dirençli fırçalar kullanmak
- Fırçaları kaydırmak
- Yardımcı kutup kullanmak

Yüksek dirençli fırçalar kullanarak komitasyonu bir miktar azaltmak mümkün ise de hiçbir zaman yeterli değildir. Bu metot daha çok küçük güçlü makinelerde kullanılır.

Fırçaları kaydırarak akım yönü değişecek endüvi bobinini ters kutup altına sokmuş oluruz. Böylece akımın yön değiştirmesi esnasında ona engel olan tepki gerilimine karşı bobin üzerinde kutup tarafından bir gerilim indüklenmiş olur. İndüklenen bu gerilim tepki gerilimini büyük ölçüde yok eder. Fırçalar dinamolarda milin dönüş yönünde kaydırılırken motorlarda dönüş yönünün tersine kaydırılır. Fırçaların ne kadar kaydırılacağı dış devre yük durumuna göre ayarlanır. Bu genellikle 2/3 yük durumudur. Fırçaların fazla kaydırılması endüvi reaksiyonunun artmasına yol açar. Makinenin ayarlanan yük durumundan farklı yüklerde çalıştırılması fırçalarda komitasyonun başlamasına yol açar. Bu yöntem sabit yük altında çalışan makinelerde iyi sonuç verir.

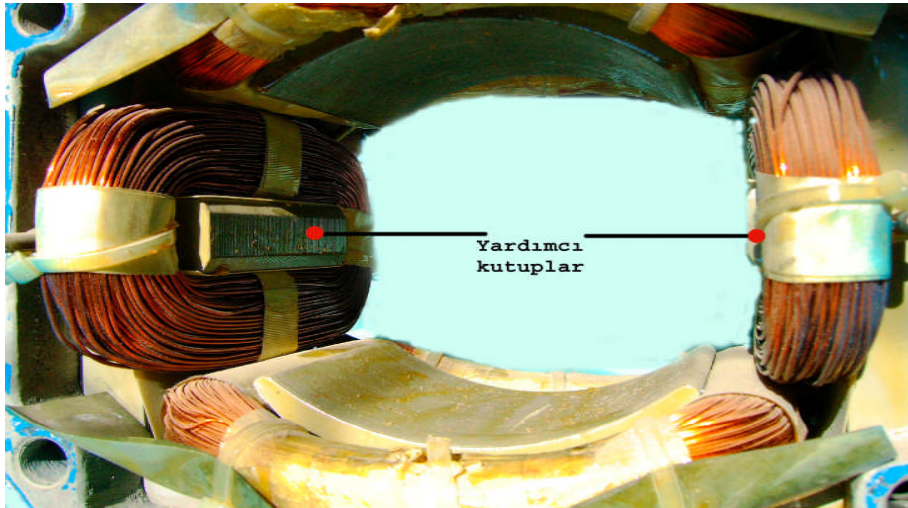
Resim 4.13'te fırçaların konumları görülmektedir. Fırça yuvalarının bağlı olduğu dairesel mika döndürülerek fırçalar kaydırılmış olur. Kaydırma işleminden sonra mikanın kapağa iyi sabitlenmesi gerekir.



Resim 4.13: Fırçaların konumu

Bugün modern doğru akım makinelerinde komitasyonu kolaylaştırmak için yardımcı kutuplar kullanılmaktadır. Akımın yön değiştirdiği bobini, fırçaları kaydırarak kutup altına sokmaktansa bu bobine özel bir kutup sarılmıştır. Bu kutba **yardımcı kutup** denir. Böylece endüvi reaksiyonu artırılmadan komitasyon kolaylaştırılmış olur. Endüvi akımı aynı zamanda yardımcı kutup üzerinden geçmektedir. Ana kutuplar arasına ve ana kutup sayısına eşit sayıda yapılır. Ana kutuplara göre daha dar yapılıdır.

Resim 4.14'te ana kutuplar dikey pozisyonda, yardımcı kutuplar ise yatay konumda görülmektedir. Yardımcı kutupların ana kutuplardan farkı açıkça görülmektedir.



Resim 4.14: Yardımcı kutuplar

UYGULAMA FAALİYETİ

Endüvinin kontrollerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Endüviyi growler cihazına yerleştiriniz.➤ Sargıların kopukluk kontrolünü yapınız.➤ Sargıların kısa devre kontrolünü yapınız.➤ Kolektör dilimleri ile gövde arası kaçak kontrolünü yapınız.➤ Gövdeye kaçağın hangi bobinde olduğunu tespit ediniz.➤	<ul style="list-style-type: none">➤ Endüvi oyuklarını sayarken ilk oyuğu işaretleyiniz. Bu yanlış sayımı engelleyecektir.➤ Endüviyi growler cihazına, kolektörü sizin tarafa gelecek şekilde yerleştiriniz.➤ Growler cihazının kendi sargısında meydana gelebilecek kısa devre endüvi bobinlerinde tehlikeli gerilimler indükleyebilir. Özellikle seri sarımlı kolektör muayenelerinde dikkatli olunuz.➤ Kolektör endüvi arasındaki bandajı sökerken sargılara zarar vermemeye dikkat ediniz.➤ Bobinlerin uçlarını kolektörden sökerken dilimlere zarar vermeyiniz.➤ Lehimleri sökerken dilimleri aşırı ısıtmayınız, lehim artıklarını dilimler arasına akıtmayınız.

UYGULAMA FAALİYETİ

Endüvinin sargılarının kontrollerini yapınız.

İşlem Basamakları	Öneriler
<ul style="list-style-type: none">➤ Sarım şeklini belirleyiniz.➤ Sarım tipini tespit ediniz.➤ Bir bobinin giriş ve çıkış uçlarını bulunuz.➤ Giriş çıkış arasındaki oyukları sayınız.➤ Nüve ile kolektör arasındaki bandajı sökünüz.➤ Bobin uçlarının dilimlere yerleşme şeklini belirleyiniz.➤ Dilim başına iletken sayısını belirleyiniz.➤ Bobin giriş çıkış uçlarını kaldırınız.➤ Kolektör adımını belirleyiniz.➤ Oyuk eksenini belirleyiniz.➤ Bobin uçlarının oyuk eksenine göre durumunu belirleyiniz.➤ Fırça eksenini belirleyiniz.➤ Kutup eksenini belirleyiniz.➤ Komitasyon sargısını belirleyiniz.	<ul style="list-style-type: none">➤ Endüvi oyuklarını sayarken ilk oyuğu işaretleyiniz. Bu yanlış sayımı engelleyecektir.➤ Endüviyi growler cihazına, kolektörü sizin tarafa gelecek şekilde yerleştiriniz.➤ Growler cihazının kendi sargısında meydana gelebilecek kısa devre endüvi bobinlerinde tehlikeli gerilimler indükleyebilir. Özellikle seri sarımlı kolektör muayenelerinde dikkatli olunuz.➤ Kolektör endüvi arasındaki bandajı sökerken sargılara zarar vermemeye dikkat ediniz.➤ Bobinlerin uçlarını kolektörden sökerken dilimlere zarar vermeyiniz.➤ Lehimleri sökerken dilimleri aşırı ısıtmayınız, lehim artıklarını dilimler arasına akıtmayınız.

KONTROL LİSTESİ

Bu faaliyet kapsamında aşağıda listelenen davranışlardan kazandığınız beceriler için Evet, kazanamadığınız beceriler için Hayır kutucuğuna (X) işareti koyarak kendinizi değerlendiriniz.

Değerlendirme Ölçütleri		Evet	Hayır
1.	Koruyucu kapakları açtınız mı?		
2.	Sargıları kontrol ettiniz mi?		
3.	Endüviyi çıkarttınız mı?		
4.	Growler cihazı ile kopuk kontrolü yaptınız mı?		
5.	Growler cihazı ile kıs devre kontrolü yaptınız mı?		
6.	Growler cihazı ile gövde kaçak kontrolü yaptınız mı?		
7.	Endüvi sarım tipini belirlediniz mi?		

DEĞERLENDİRME

Değerlendirme sonunda “Hayır” şeklindeki cevaplarınızı bir daha gözden geçiriniz. Kendinizi yeterli görmüyorsanız öğrenme faaliyetini tekrar ediniz. Bütün cevaplarınız “Evet” ise “Ölçme ve Değerlendirme”ye geçiniz.

ÖLÇME VE DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Dönen bölümdeki sargıları taşıyan oluklu kısma endüvi denir.
2. () Tambur endüvi, endüvi çeşitlerinden biridir.
3. () Growler cihazı, transformatör prensibine göre çalışan endüvi kontrol cihazıdır.
4. () Growler cihazı ile sargı dirençleri ölçülebilir.
5. () Growler cihazı ile endüktör sargılarının kısa devre arızası tespit edilebilir.
6. () Paralel sarımlar düşük gerilimli, yüksek akımlı makinelerde kullanılır.
7. () Seri sarımlar en az altı kutuplu makinelerde kullanılır.
8. () Yıldız tip endüvi sarımında bütün bobinler aynı anda sarılır.
9. () Bobin uçları kolektör dilimlerine yerleştikten sonra kazanmalıdır.
10. () Paralel endüvi sarımında, bir bobinin girişi ile çıkışı arasındaki kolektör dilimi sayısına fırça adımı denir.
11. () Endüvi sarımında bir bobinin çıkışı, girişinden önceki kolektör dilimine yerleşiyorsa bu sarım şekline ilerleyen adımlı sarım denir.
12. () Fırçaları kaydırmak komitasyonun etkilerini yok etmek için tek ve kesin bir çözümdür.
13. () Yardımcı kutuplar ana kutuplara göre daha dar yapılıdır.
14. () Fırçaları kaydırmak endüvi reaksiyonunu azaltıcı bir etki yapar.
15. () Yardımcı kutup sayısı ana kutup sayısından her zaman bir adet fazladır.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise “Modül Değerlendirme”ye geçiniz.

MODÜL DEĞERLENDİRME

Aşağıdaki cümlelerin başında boş bırakılan parantezlere, cümlelerde verilen bilgiler doğru ise D, yanlış ise Y yazınız.

1. () Fırçalar kolektör dilimleri ile elektrikseliletimi sağlar.
2. () Karbon fırçalar yüksek gerilimli makinelerde kullanılır.
3. () Demir alaşımli fırçalar fırça çeşitlerindendir.
4. () Karbon oranı yüksek fırçalar daha iyi komitasyon sağlar.
5. () Fırçalar üzerinde biriken tozlar saf su ile temizlenmelidir.
6. () Kolektör fırçalardan aldığı elektrik akımını endüvi sargılarına iletir.
7. () Kolektör dilimleri aynı hizada olmazsa fırçalar ark yapar.
8. () Kolektör yüzeyini karbon tozlarından arındırmak için kazımalıyız.
9. () Kolektöre lehimli olan endüvi sargı uçlarını, kolektörü söktükten sonra çıkarmalıyız.
10. () Çektirme, kolektörü endüvi milinden sökmeye yarayan bir alettir.
11. () Doğru akım motorlarının çalışma prensibi, manyetik alan içinde bulunan bir iletkenin akım geçerse iletken alan dışına itilir, tanımına dayanır.
12. () Doğru akım dinamlarının çalışma prensibi, manyetik alan içinde bulunan bir iletken hareket ettirilirse iletkenin bir gerilim endüklenir tanımına dayanır.
13. () Manyetik alan içinde bulunan bir iletkenin akım geçerse iletkenin hareket yönü sağ el kuralı ile bulunur.
14. () Manyetik alan içinde bulunan bir iletkenin akım geçerse iletken, alan dışına itilir. Bu itilme hızı, iletkenin içinden geçen akımın şiddetine de bağlıdır.
15. () Manyetik alan içinde hareket ettirilen iletkenin endüklenen gerilimin miktarı, iletkenin hareket hızına da bağlıdır.
16. () Dönen bölümdeki sargıları taşıyan oluklu kısma endüvi denir.
17. () Tambur endüvi, endüvi çeşitlerinden biridir.
18. () Growler cihazı, transformatör prensibine göre çalışan endüvi kontrol cihazıdır.
19. () Growler cihazı ile sargı dirençleri ölçülebilir.
20. () Growler cihazı ile endüktör sargılarının kısa devre arızası tespit edilebilir.

DEĞERLENDİRME

Cevaplarınızı cevap anahtarıyla karşılaştırınız. Yanlış cevap verdiğiniz ya da cevap verirken tereddüt ettiğiniz sorularla ilgili konuları faaliyete geri dönerek tekrarlayınız. Cevaplarınızın tümü doğru ise bir sonraki modüle geçmek için öğretmenimize başvurunuz.

CEVAP ANAHTARLARI

ÖĞRENME FAALİYETİ-1'İN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-2'NİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Yanlış
5	Doğru
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-3'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Doğru
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Doğru
10	Yanlış

ÖĞRENME FAALİYETİ-4'ÜN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Doğru
4	Yanlış
5	Yanlış
6	Doğru
7	Yanlış
8	Doğru
9	Yanlış
10	Yanlış
11	Yanlış
12	Yanlış
13	Doğru
14	Yanlış
15	Yanlış

MODÜL DEĞERLENDİRMENİN CEVAP ANAHTARI

1	Doğru
2	Doğru
3	Yanlış
4	Doğru
5	Yanlış
6	Doğru
7	Doğru
8	Yanlış
9	Yanlış
10	Doğru
11	Doğru
12	Doğru
13	Yanlış
14	Doğru
15	Doğru
16	Doğru
17	Doğru
18	Doğru
19	Yanlış
20	Yanlış

KAYNAKÇA

- OĐUZ Necati, Muhittin GÖKKAYA, **Elektrik Makineleri -I** MEB, 2000.
- GÖRKEM Abdullah, **Atölye 2**, Ankara, 2002.